I.S.S.N. 0243 4911

Electronique pratique

20 F Nº 122 NOUVELLE SÉRIE JANVIER 1989
BELGIQUE : 140 FB - LUXEMBOURG : 140 FL - SUISSE : 5,80 FS
ESPAGNE : 400 Ptas - CANADA : $ 3,90

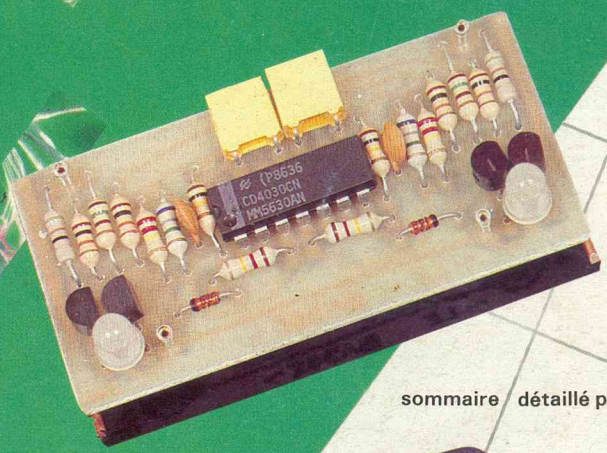
INDICATEUR D'INCLINAISON

MESUREUR DE VITESSE AUTO

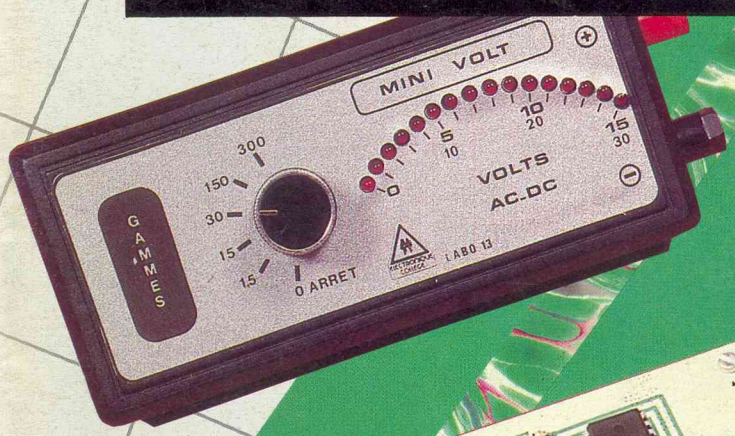
VOLTMÈTRE LUMINEUX

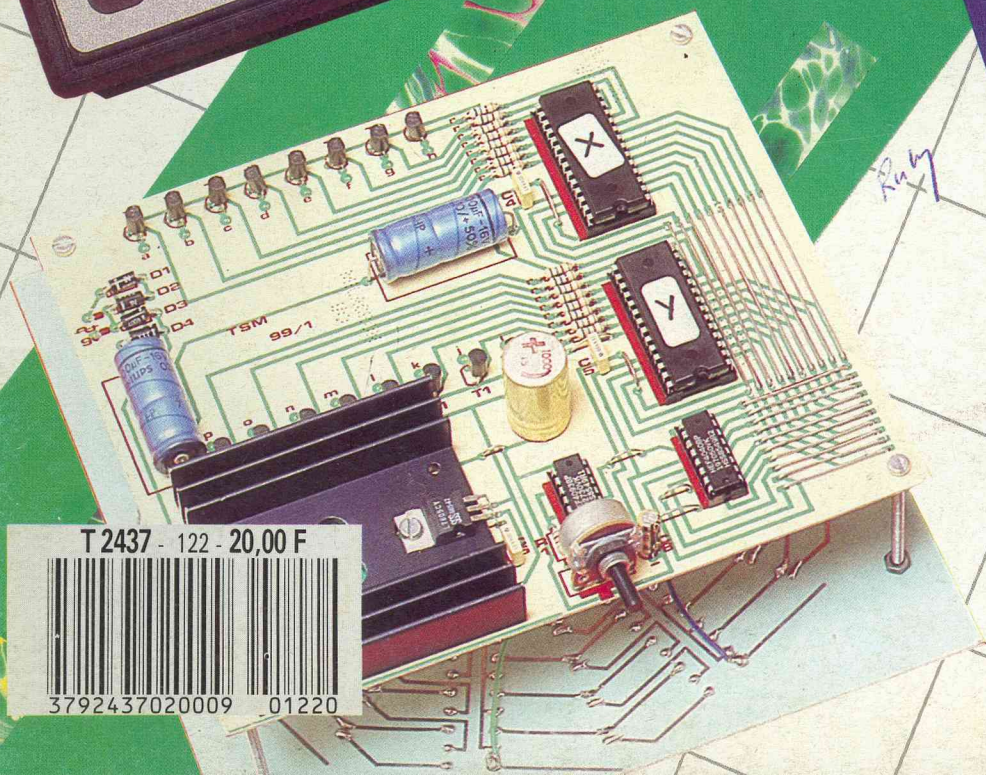
MULTIMÈTRE METRIX MX-50

TRANSMISSION AUDIO PAR I.R, ETC

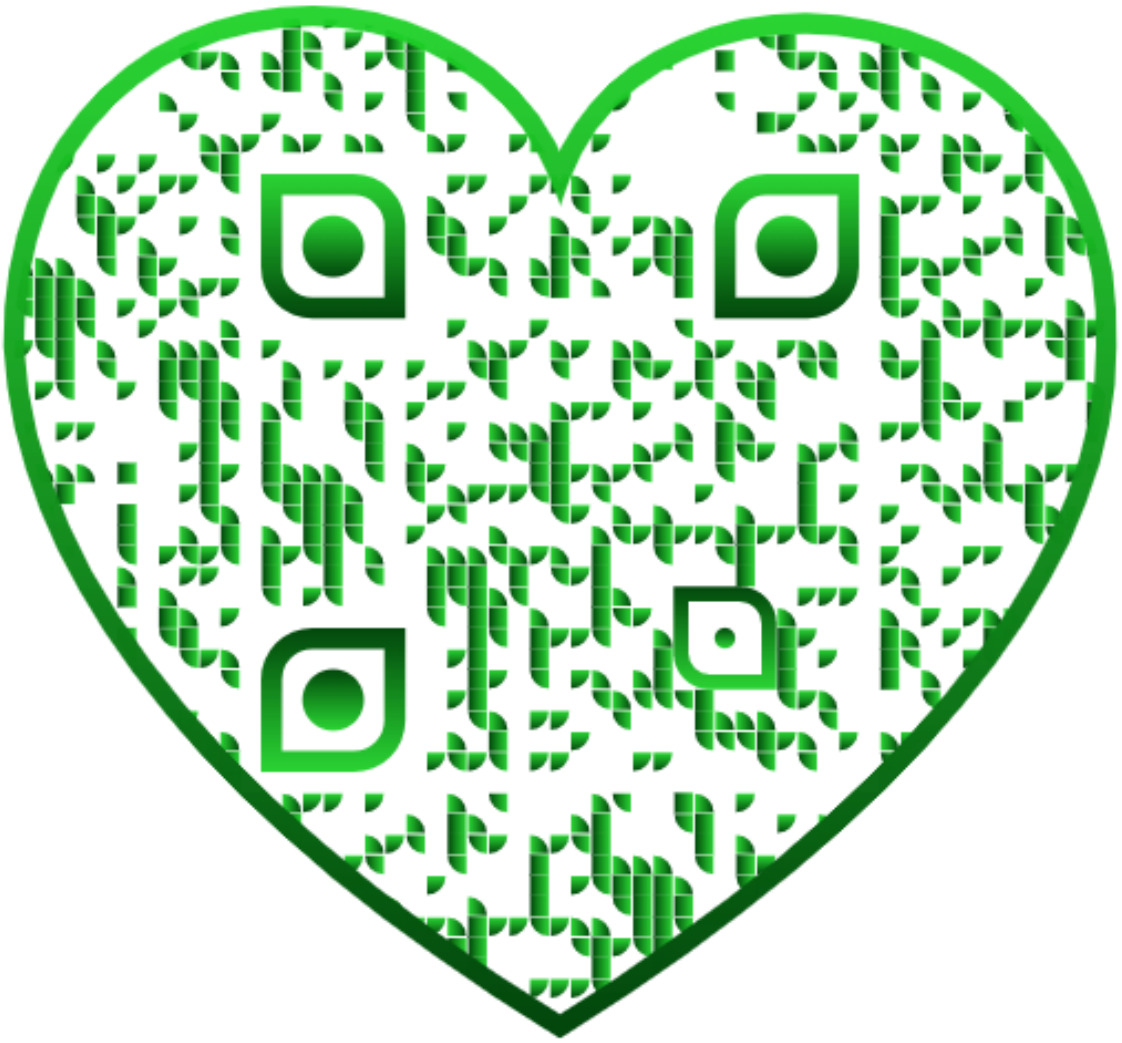


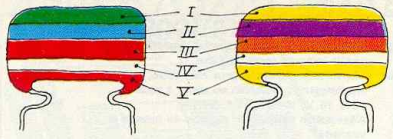
sommaire détaillé p. 42





T 2437 - 122 - 20,00 F
3792437020009 01220





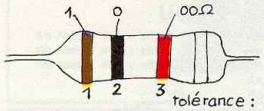
5600 pF — 47000 pF

IV : tolérance
blanc ± 10%
noir ± 20%

V : tension
rouge 250V
jaune 400V

I 1er chiffre	II 2ème chiffre	III multiplicateur
	0	x1
1	1	x10
2	2	x100
3	3	x1 000
4	4	x10 000
5	5	x100 000
6	6	
7	7	
8	8	
9	9	

exemple : 10 000 pF, ± 10%, 250 V distribution des couleurs : marron, noir, orange, blanc, rouge



tolérance : or ± 5% argent ± 10%

1ère bague 1er chiffre	2ème bague 2ème chiffre	3ème bague multiplicateur
	0	x1
1	1	x10
2	2	x100
3	3	x 1000
4	4	x 10 000
5	5	x 100 000
6	6	x 1000 000
7	7	
8	8	
9	9	

ADMINISTRATION-REDACTION-VENTES : Société des Publications Radio-Electriques et Scientifiques.

Société anonyme au capital de 300 000 F.
2 à 12, rue Bellevue, 75940 Paris Cedex 19.
Tél. : 42.00.33.05 - Télex PVG 230 472 F
Directeur de la publication : **M. SCHOCK**
Directeur honoraire : **Henri FIGHIERA**
Rédacteur en chef : **Bernard FIGHIERA**
Maquettes : **Jacqueline BRUCE**
Couverture : **M. Raby.** Avec la participation de **C. Pichon, R. Knoerr, G. Isabel, P. Wallerich, H. Sreiber, M. Pagnoux, M. Houdus, A. Garrigou.**
La Rédaction d'Electronique Pratique décline toute responsabilité quant aux opinions formulées dans les articles, celles-ci n'engagent que leurs auteurs.

OJD DIFFUSION · PUBLICITÉ 1987

SYNDICAT DE LA PRESSE SPEP DES ENTREPRISES ET DES PROFESSIONNELS

PUBLICITE : Société Auxiliaire de Publicité, 70, rue Compans, 75940 Paris Cedex 19 - Tél. : 42.00.33.05 (lignes groupées) CCP Paris 3793-60
Directeur commercial : **Jean-Pierre REITER**
Service publicité : **Pascal DECLERCK**
Promotion : **Société Auxiliaire de Publicité Mauricette ELHINGER**
70, rue Compans, 75019 Paris. Tél. : (1) 42.00.33.05
Direction des ventes : **Joël PETAUTON**
Abonnements : **Odette LESAUVAGE**

« Le précédent numéro a été tiré à 100 000 ex. »

VOIR NOS TARIFS « SPECIAL ABONNEMENT » PAGES 34 ET 36

En nous adressant votre abonnement, précisez sur l'enveloppe « SERVICE ABONNEMENTS », 2 à 12, RUE BELLEVUE, 75940 PARIS CEDEX 19.
Important : Ne pas mentionner notre numéro de compte pour les paiements par chèque postal – Prix d'un numéro : **20 F.**
Les règlements en espèces par courrier sont strictement interdits.
ATTENTION ! Si vous êtes déjà abonné, vous faciliterez notre tâche en joignant à votre règlement soit l'une de vos dernières bandes-adresses, soit le relevé des indications qui y figurent. ● Pour tout changement d'adresse, joindre 2,20 F et la dernière bande.

Electronique pratique

N° 122 JANVIER 89

SOMMAIRE

PAGE

REALISEZ VOUS-MEMES

Un adaptateur transistormètre	43
Un compteur de vitesse	52
Un indicateur d'inclinaison	65
Un bagde	79
Transmission audio par IR	83
Un tableau animé	94
Un testeur logique	99
Un éclairage automatique	114

EN KIT

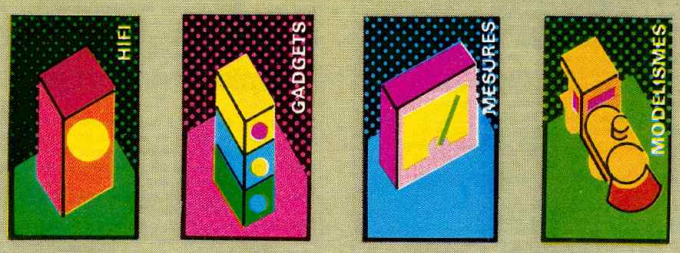
Labo 13 : Voltmètre lumineux	76
Etoile à 8 broches « TSM »	103

PRATIQUE ET INITIATION

Temporisateur d'extinction	64
Le multimètre MX 50 METRIX	109
Fiche technique 4076	117
Initiation (2e partie)	119

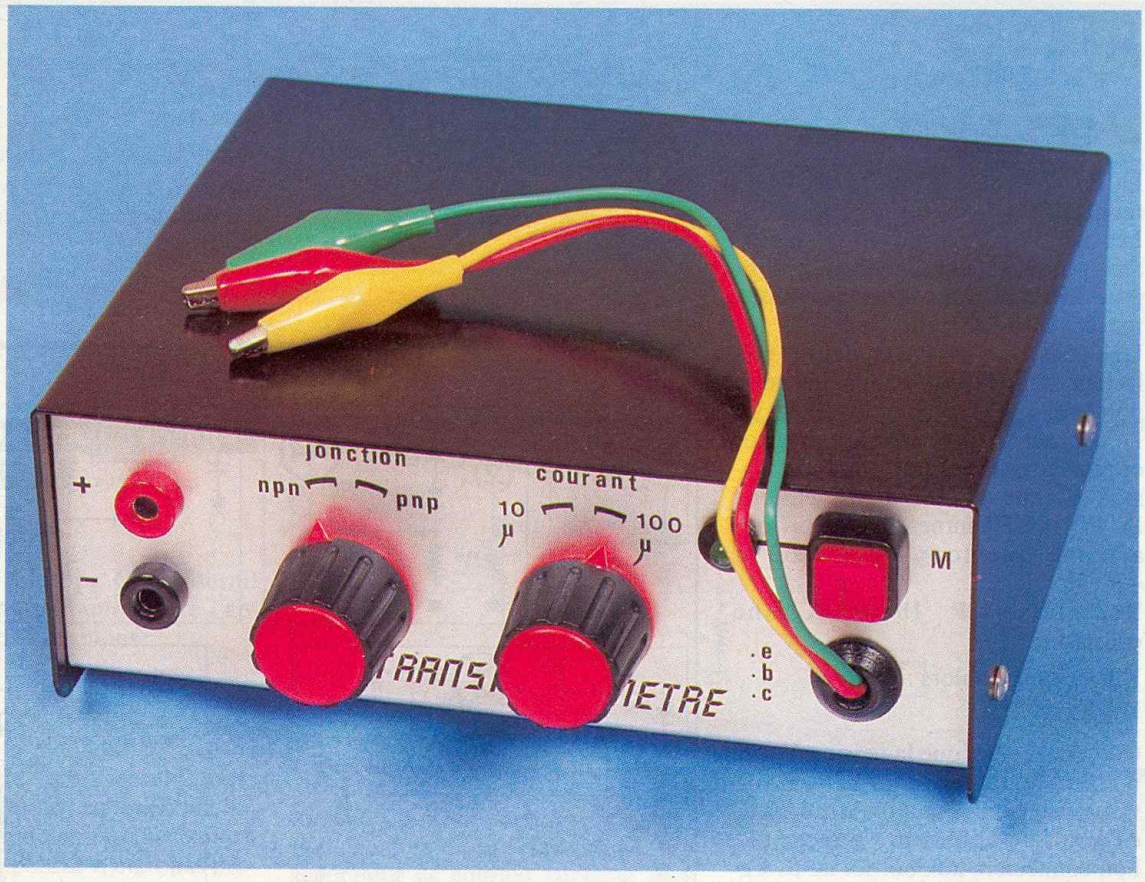
DIVERS

Nos Lecteurs	133



ADAPTATEUR TRANSISTORMETRE

Le multimètre représente aujourd'hui un appareil quasi indispensable pour toute personne désirant faire de l'électronique. Cependant, ses possibilités peuvent être étendues par l'ajout de platines périphériques. Celle que nous vous proposons vous permettra d'effectuer des relevés de gains de transistors.



Tout comme l'auteur, beaucoup d'entre vous disposent de nombreux transistors dans leurs casiers. Un tri par gain s'impose dès lors, si l'on sait qu'une référence inscrite sur un boîtier ne suffit pas réellement à renseigner l'utilisateur sur le composant qu'il tient en main : il n'est pas exceptionnel de rencontrer pour un même modèle, des gains variant de 100 à 900 !

On pourrait ainsi effectuer un classement en trois grands groupes :

- Les faibles gains, de 0 à 40, que l'on réservera pour les montages de commutation (commande de LED, de relais...) ;
- les gains moyens, de 40 à 300, pour les usages courants .
- les gains importants, supérieurs à 300, pour les préamplificateurs, les adaptateurs...

Que représente le gain d'un transistor ?

Ce composant est un amplificateur de courant. Il comporte ainsi trois électrodes notées : émetteur, base, collecteur. En injectant un faible courant Ib dans sa base, on retrouve dans son collecteur un courant plus important, noté Ic. Le rapport Ic/Ib correspond au gain β, que l'on prononcera « Béta ».

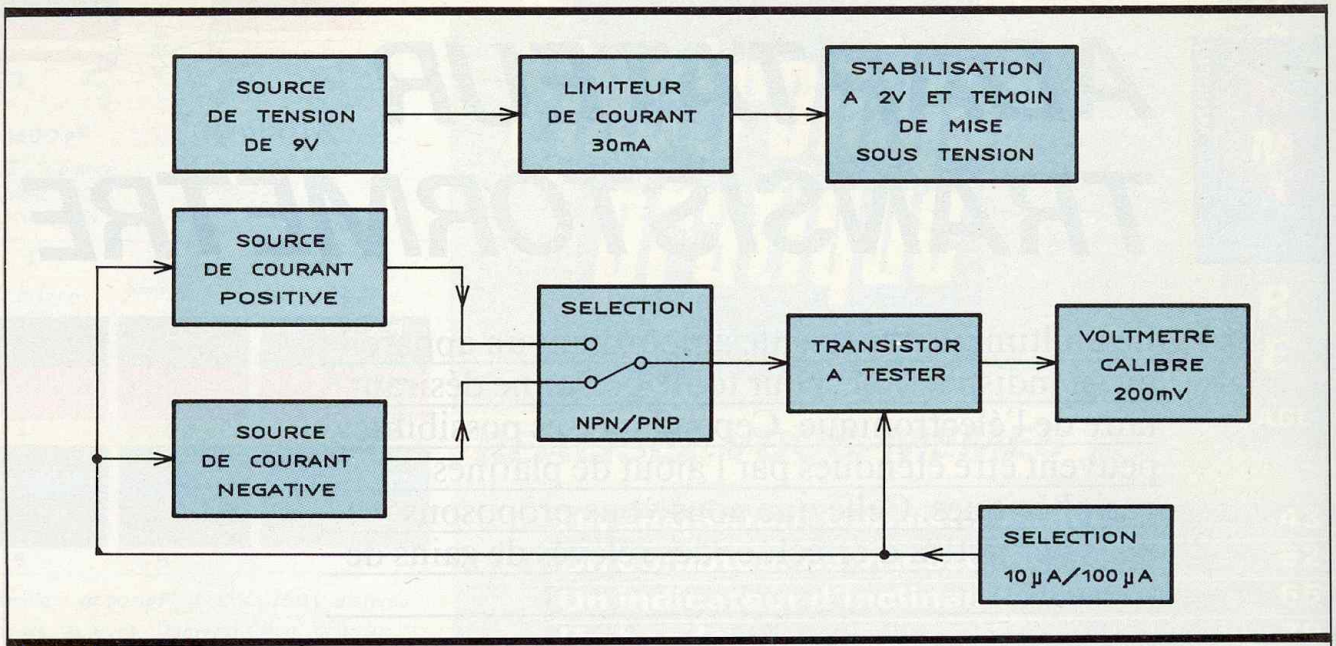


Fig. 1 *Synoptique.*

I – PRINCIPE

La **figure 1** fournit le synoptique du montage.
Les différents blocs correspondent aux pointillés du schéma de la **figure 2.** L'hypothèse de test du transistor sera la suivante **(fig. 3a)**.
Une résistance est placée dans le collecteur d'un NPN, branché entre le potentiel « + Vcc » et la masse (0 V). Le courant Ic traversant le transistor donne naissance à une chute de tension V, aux bornes de R, égale à R . Ic. Précédemment, nous avions affirmé que Ic = β . Ib d'où V = R . Ib . β.
Remplaçons R . Ib par K, une constante.

Nous obtenons alors :
V = K . β

On voit de suite que la tension V sera une fonction linéraire du gain. Il suffira alors, pour connaître la valeur de ce dernier, d'utiliser un voltmètre que l'on connectera aux bornes de R. Cependant, le transistor sera polarisé de manière différente, suivant son type (NPN ou PNP) grâce aux circuits du rotacteur B. De plus, deux sensibilités de courant de base seront disponibles grâce aux circuits du commutateur A :

1° Ib = 10 µA
2° Ib = 100 µA

II – CARACTERISTIQUES COMPLETES DE L'APPAREIL

- **Test de transistor**
  - au silicium
  - au germanium
  - NPN,
  - PNP
- **Courant de base**
  - 10 µA
  - 100 µA
- Tension de test réduite à 2 V.
- Sécurité en cas de court-circuit entre collecteur et émetteur, par une limitation.
- Sortie sur un calibre voltmètre de 200 mV ou de 2 V.

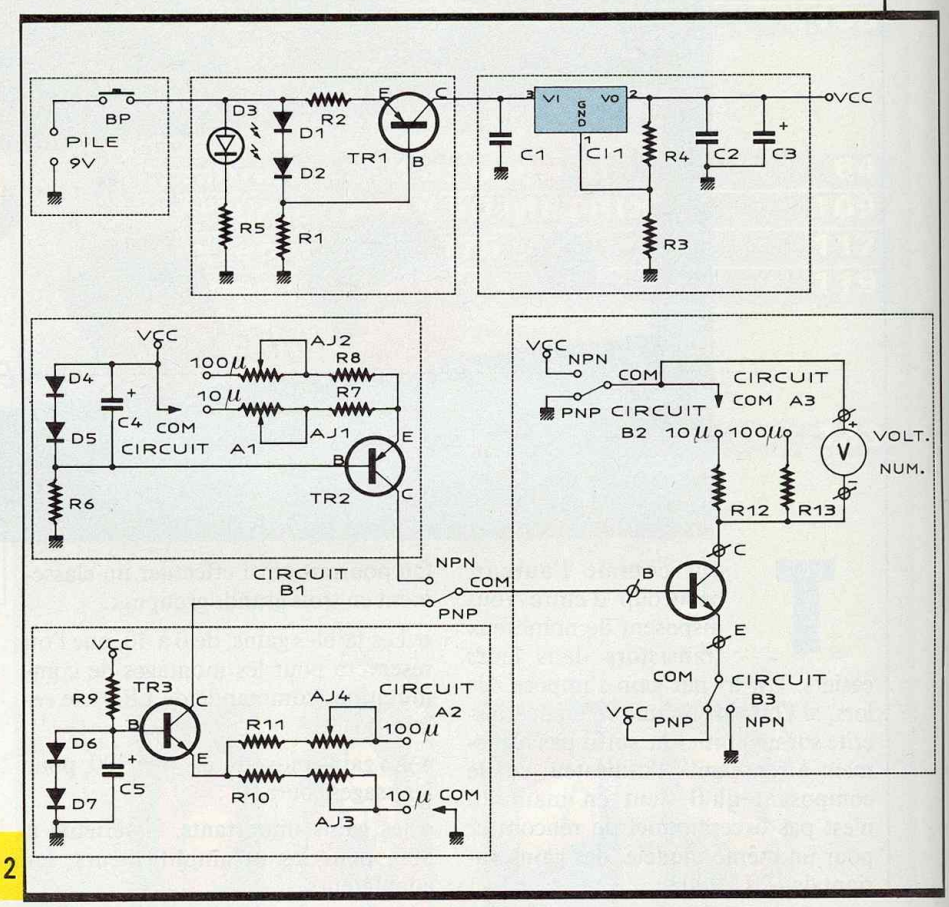
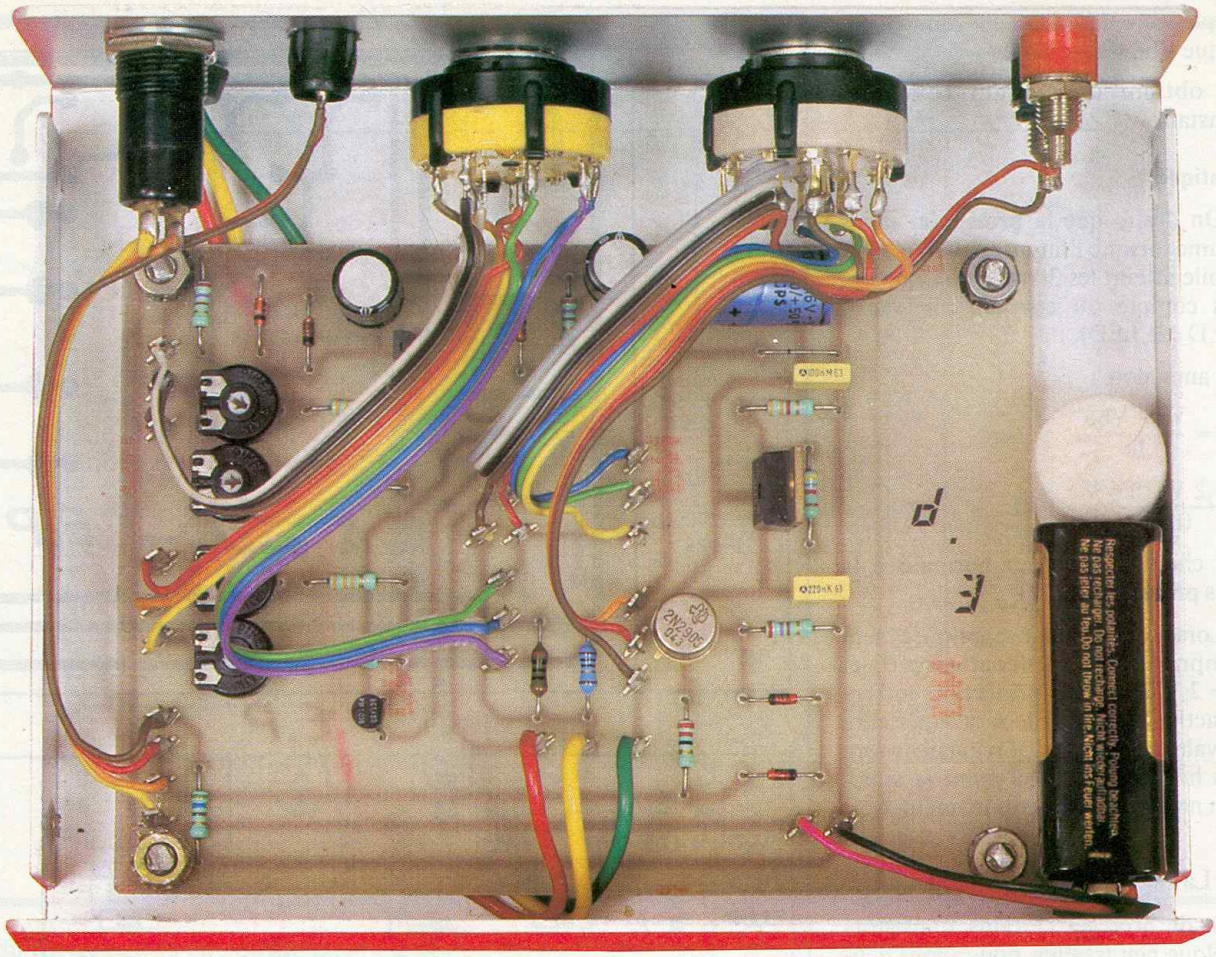


Fig. 2 *Schéma de principe.*



Vue intérieure de l'adaptateur en question.

III – FONCTIONNEMENT (figure 2)

1° L'alimentation

Une pile 9 V du type 6F22 fournit l'énergie nécessaire pour rendre l'appareil portable et autonome.

2° Le limiteur de courant

Dès l'origine, la maquette fut prévue pour tester des semi-conducteurs douteux, présentant, par exemple, un court-circuit franc entre collecteur et émetteur. Si la platine n'était pas protégée, R_{13} dissiperait en permanence 400 mV, et la pile débiterait plus de 200 mA, ce qui, vu le modèle en question, la conduirait à une mort certaine !

L'électronicien traumatisé, ne pouvant assumer une telle situation, troquerait certainement son multimètre contre une tondeuse à gazon dans les quarante-huit heures !

Avant d'en arriver là, une solution consiste à introduire, en aval de la source de tension, un limiteur de courant. Ce dernier est ici constitué d'un générateur de courant constant dont on donne le schéma à la **figure 3b.**

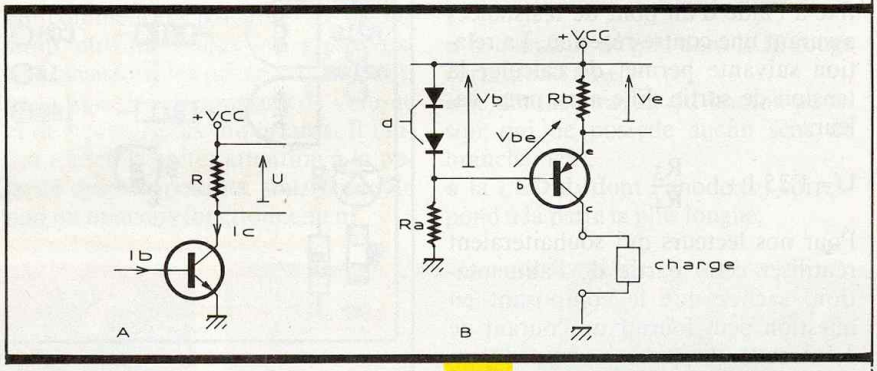


Fig. 3 *Générateur de courant constant.*

Théorie

Les deux diodes d, polarisées par Ra, fournissent une référence de tension proche de 1,2 V. D'après la loi des mailles, on aura :

$Vb = Vbe + Ve$

sachant que

$Ve = Rb \cdot Ie$,

on en déduit que :

$Vb = Vbe + Rb \cdot Ie$

d'où :

$$Ie = \frac{Vb - Vbe}{Rb}$$

Sachant, de plus, que :

- Le courant d'émetteur est égal au courant collecteur (au courant de base près),

• que Vb = Vdiodes = constante,
• que Vbe = constante,

on obtient un courant collecteur constant.

Pratique

• On désire que la protection intervienne lorsque l'intensité délivrée par la pile atteint les 30 mA. (On ne tient pas compte du courant consommé par D_3, la LED).

On aura alors :

$$Rb = \frac{Vb - Vbe}{Ie}$$

$$= \frac{1{,}2\ V - 0{,}6\ V}{0{,}03\ A} = 20\ \Omega$$

On choisira la valeur normalisée la plus proche, soit 22 Ω.

• Lorsque la charge appliquée sera comprise entre 0 Ω (court-circuit) et R = 2 V/0,03 A, la protection entrera en action. Lorsqu'elle sera supérieure en valeur, le dispositif régulateur sera mis hors service, ceci étant la situation normale de fonctionnement.

3° La régulation de tension

Afin de protéger certains transistors quelque peu fragiles, nous avons délibérément réduit à ≃ 2 V, la tension de test. Le régulateur utilisé est un LM 317 dont le potentiel de sortie se fixe à l'aide d'un pont de résistances assurant une contre-réaction. La relation suivante permet de calculer la tension de sortie. Elle aura pour valeur :

$$U = 1{,}25\ 1 + \frac{R_3}{R_4}$$

Pour nos lecteurs qui souhaiteraient réutiliser cette partie de l'alimentation, sachez que le composant en question peut fournir un courant de 1,5 A sous une tension comprise entre 1,25 V et 37 V.
Pour un complément d'information, nous vous invitons à vous reporter à un article de l'auteur, paru dans *Electronique Pratique* n° 103, portant sur la stabilisation.

4° Les générateurs de courant constant

Montés autour de TR_2 et TR_3, nous ne reviendrons pas sur leur fonctionnement, similaire au limiteur de courant vu précédemment. Sachez simplement que la source de courant, construite autour de TR_3, fonctionne de même manière, exceptée qu'elle **absorbe** le courant par son collecteur. Ceci devient totalement nécessaire pour polariser le transistor à tester, lorsque celui-ci est un NPN.

5° Les commutations

Les circuits A_1 et A_2 du premier rotacteur permettent de sélectionner le courant de base injecté dans le semiconducteur testé, tandis que les circuits B_1, B_2, B_3, du second rotacteur assurent le choix NPN / PNP.

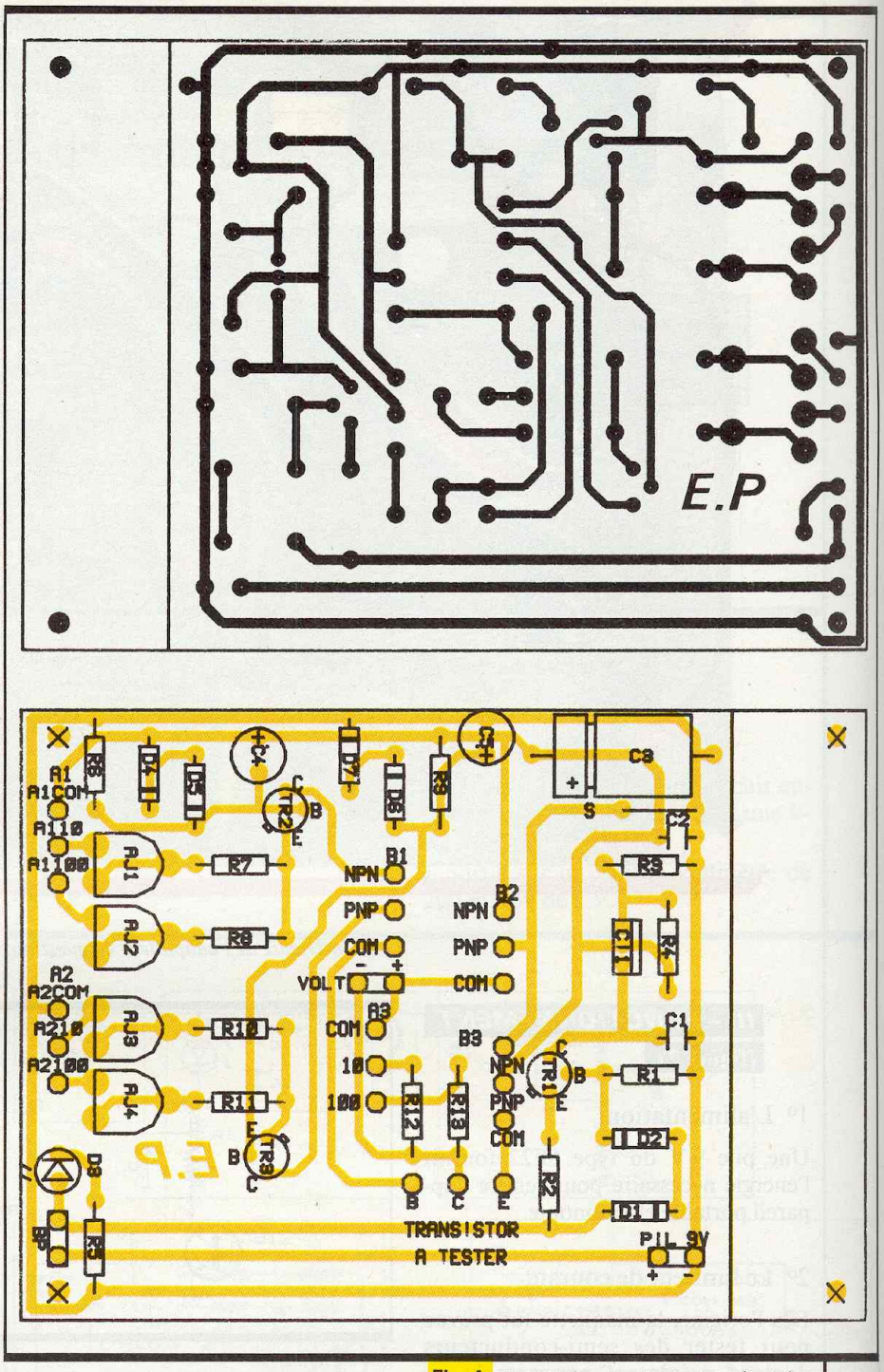


Fig. 4 et 5 *Tracé du circuit imprimé et implantation à l'échelle.*

IV – REALISATION PRATIQUE

a) Le circuit imprimé

Son tracé est donné en **figure 4** à l'échelle 1. On le réalisera de préférence en époxy afin d'obtenir une bonne rigidité mécanique du support et, par delà même, des pistes. Le des-

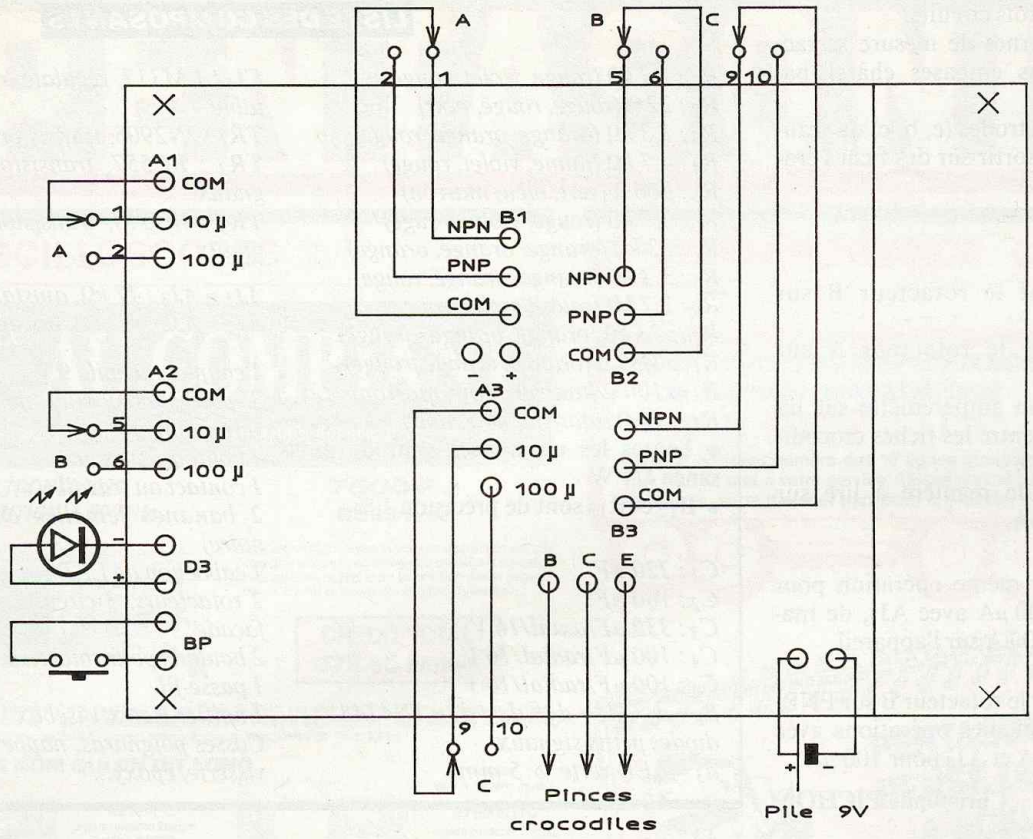


Fig. 6 *Plan de câblage.*

sin du cuivre pourra être directement réalisé à l'aide de bandes et de transferts, type Mécanorma, après un sérieux dégraissage de la surface sur laquelle on travaillera.
Après gravure dans un bain de perchlorure de fer tiède, on percera les différents trous à :

- 0,8 ou 1 mm, pour l'ensemble des composants,
- 1,2 mm pour les cosses,
- 3 mm pour les trous de fixation.

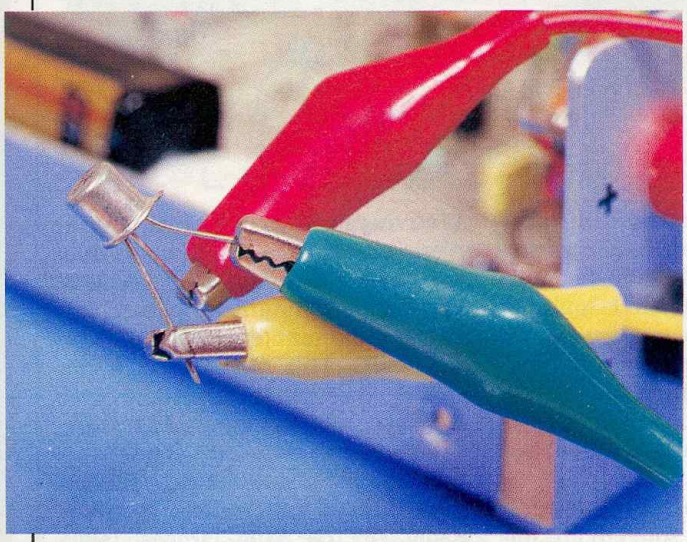
b) Implantation (fig. 5)

On commencera par insérer l'unique strap, puis les diodes, les résistances, les transistors, les petites capacités et, pour finir, les composants de volume et de hauteur plus importants. Il faudra toutefois prêter attention à la polarité des composants, sous peine de non ou mauvais fonctionnement.

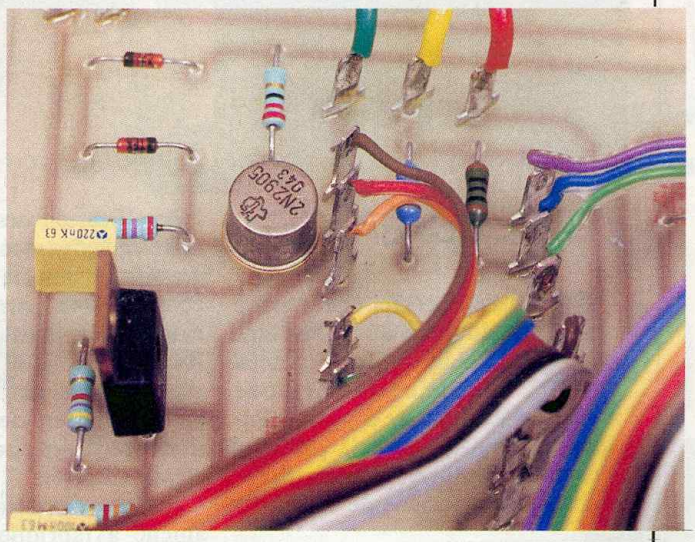
c) Câblage

Il ne posera aucun problème si l'on prend soin de bien suivre les indications de la **figure 6.** Sont à câbler :

- le coupleur de pile dont le fil rouge correspond au +,
- le contact travail du bouton-poussoir qui ne possède aucun sens de branchement,
- la LED d_3 dont l'anode (+) correspond à la patte la plus longue,



Utilisation de mini-pinces.



Des fils conducteurs pour les liaisons.

• les commutateurs (A) et (B) possédant chacun trois circuits,
• les deux bornes de mesure se raccordant à des embases châssis-banane,
• les trois électrodes (e, b, c) du transistor testé, à sortir sur des fiches crocodiles.

d) Réglages

1°
• Positionner le rotacteur B sur NPN,
• positionner le rotacteur A sur 10 µA,
• connecter un ampèremètre sur un faible calibre entre les fiches crocodiles « b » et « e »,
• régler AJ_1 de manière à lire sur l'appareil 10 µA.

2°
• Exécuter la même opération pour la position 100 µA avec AJ_2, de manière à lire 100 µA sur l'appareil.

3°
• Positionner le rotacteur B sur PNP,
• refaire les mêmes opérations avec AJ_3 pour 10 µA et AJ_4 pour 100 µA.

Christophe PICHON

LISTE DES COMPOSANTS

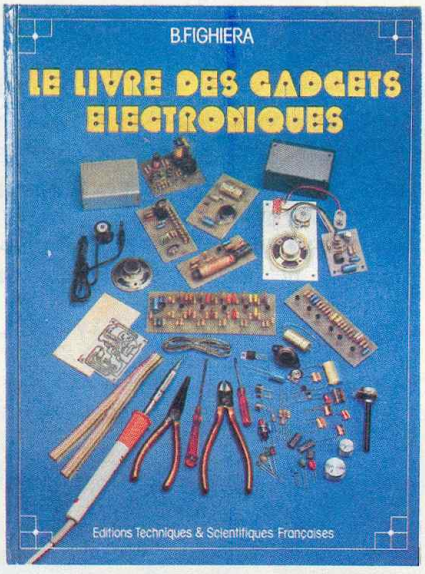
R_1 : 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge)
R_2 : 22 Ω (rouge, rouge, noir)
R_3 : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
R_4 : 4,7 kΩ (jaune, violet, rouge)
R_5 : 560 Ω (vert, bleu, marron)
R_6 : 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge)
R_7 : 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_8 : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
R_9 : 2,7 kΩ (rouge, violet, rouge)
R_{10} : 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_{11} : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
R_{12} : 100 Ω (marron, noir, marron)
R_{13} : 10 Ω (marron, noir, noir)
• Toutes les résistances sont de puissance 1/4 W
• R_{12} et R_{13} sont de précision 1 %

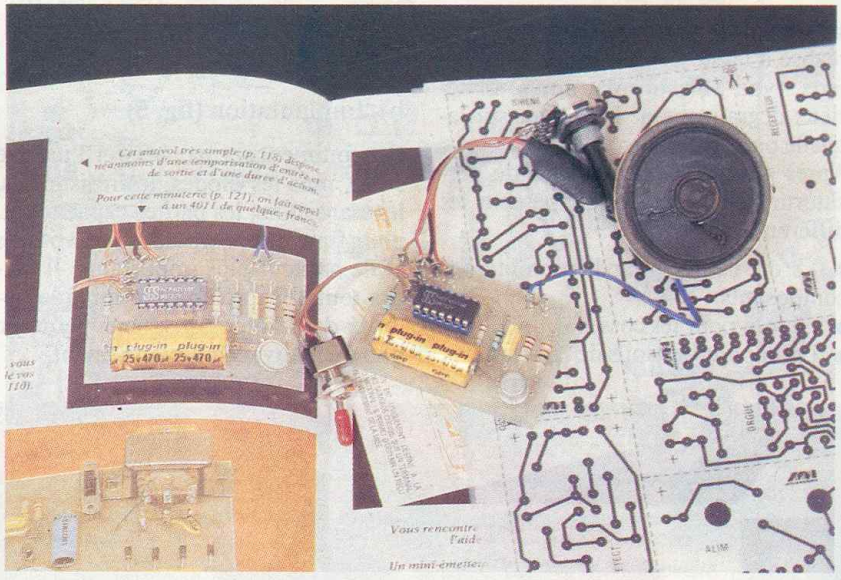
C_1 : 220 nF
C_2 : 100 nF
C_3 : 330 µF/axial/16 V
C_4 : 100 µF/radial/16 V
C_5 : 100 µF/radial/16 V
$d_1 = d_2 = d_4 = d_5 = d_6 = d_7$ = 1N4148 diodes petits signaux
d_3 = LED verte ∅ 5 mm

CI_1 : LM317, régulateur de tension ajustable
TR_1 : 2N2905, transistor PNP
TR_2 : BC557, transistor PNP petits signaux
TR_3 : BC548, transistor NPN petits signaux

$AJ_1 = AJ_3$: 47 kΩ, ajustables couchés
$AJ_2 = AJ_4$: 4,7 kΩ, ajustables couchés

1 coupleur de pile 9 V
3 pinces crocodiles de couleur (jaune, verte, rouge)
1 bouton-poussoir
1 contact au travail
2 bananes femelles châssis (rouge + noire)
1 cabochon de LED
2 rotacteurs, 3 circuits, 4 positions pour façade
2 boutons pour rotacteur
1 passe-fil
1 boîtier Retex Visebox
Cosses poignards, nappe de fils, soudure, visserie, époxy...





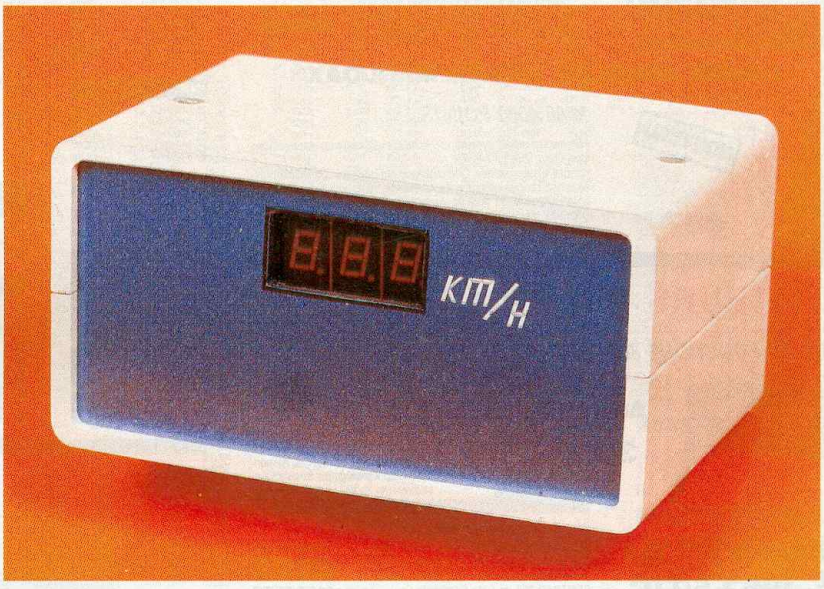
LE LIVRE DES GADGETS

Avec cette cinquième édition du Livre des Gadgets, B. Fighiera perpétue sa méthode d'initiation qui consiste à plonger rapidement l'amateur dans la pratique des éléments plutôt que de divulguer de rébarbatives notions de technologie.
Ainsi, dès la reconnaissance ou l'identification des composants s'ensuit l'enchaînement de montages progressifs et associatifs qui, par leurs combinaisons, permettent la multiplication des applications.
Riche, éducatif et en couleurs, l'ouvrage repose sur l'utilisation d'une feuille transfert destinée à la réalisation rapide des circuits imprimés par gravure directe.
Dans ces conditions, l'amateur est amené à fabriquer son circuit imprimé avec la plus grande facilité.
L'ouvrage s'articule ainsi autour d'une quarantaine de montages dont une dizaine de nouveaux, tels que le thermomètre lumineux, l'émetteur FM, la mini-minuterie, le bijou, etc.
LE LIVRE DES GADGETS, B. Fighiera, couverture cartonnée avec feuille de transfert direct, 132 pages, 110 F.
Editions Techniques et Scientifiques Françaises. Distribution : Editions Radio, 189, rue Saint-Jacques, 75005 Paris.

INDICATEUR DE VITESSE POUR AUTO

Les contrôles de vitesse se multiplient, et il devient de plus en plus nécessaire de disposer d'un indicateur de vitesse précis et fiable, afin de mieux respecter les limitations préconisées par le Code de la route.

Aussi proposons-nous à nos lecteurs la réalisation de cet indicateur digital qui pourra figurer en bonne place parmi les autres instruments du tableau de bord.



I – LE PRINCIPE

a) Les généralités

L'information vitesse sera prélevée sur le système d'allumage du moteur. Ce choix impose une corrélation entre la vitesse enclenchée et le tarage du dispositif de mesure. La conséquence de cette conception est l'obtention d'une très bonne précision, ce qui est loin d'être le cas des indicateurs de série installés à bord des véhicules.

Afin de ne pas compliquer le dispositif, le boîtier devient opérationnel automatiquement dès que le conducteur enclenche le dernier rapport, c'est-à-dire la quatrième ou la cinquième vitesse, suivant le véhicule. C'est en effet dans cette circonstance qu'il est intéressant de connaître parfaitement sa vitesse exacte. Celle-ci sera affichée par l'intermédiaire de trois afficheurs luminescents, c'est-à-dire avec une précision de l'ordre du kilomètre par heure.

b) Le principe de la mesure

La mesure consiste à dénombrer le nombre d'étincelles produites par le système d'allumage, pendant une durée fixe donnée. Le résultat de ce comptage est alors périodiquement affiché ; bien entendu, les paramètres numériques sont choisis de façon telle que le nombre d'étincelles détectées pendant ce temps de référence représente effectivement des kilomètres par heure.

Recherchons la relation reliant la fréquence de succession des étincelles à la vitesse de rotation du moteur. Pour un moteur à 4 temps à un seul cylindre, il se produit une étincelle pour 2 tours de vilebrequin. S'agissant d'un moteur à 4 cylindres, la fréquence de la production des étincelles est à multiplier par 4, ce qui revient à dire qu'il se produit 4 étincelles pour 2 tours, soit 2 étincelles par tour de vilebrequin. Si le moteur tourne à N tr/min, la fréquence F de la succession des étincelles est donc de :

$$F = \frac{N}{60} \times 2 = \frac{N}{30} \text{ étincelles/s}$$

La période T séparant deux étincelles consécutives est alors de :

$$T = \frac{1}{F} = \frac{30}{N}$$

Dans le cas du véhicule testé par l'auteur, on relève, pour une vitesse de rotation du moteur de 3 000 tr/min, en cinquième vitesse, une vitesse de l'ordre de 120 km/h. Pour obtenir un dénombrement de 120 impulsions élémentaires, il convient donc d'ef-

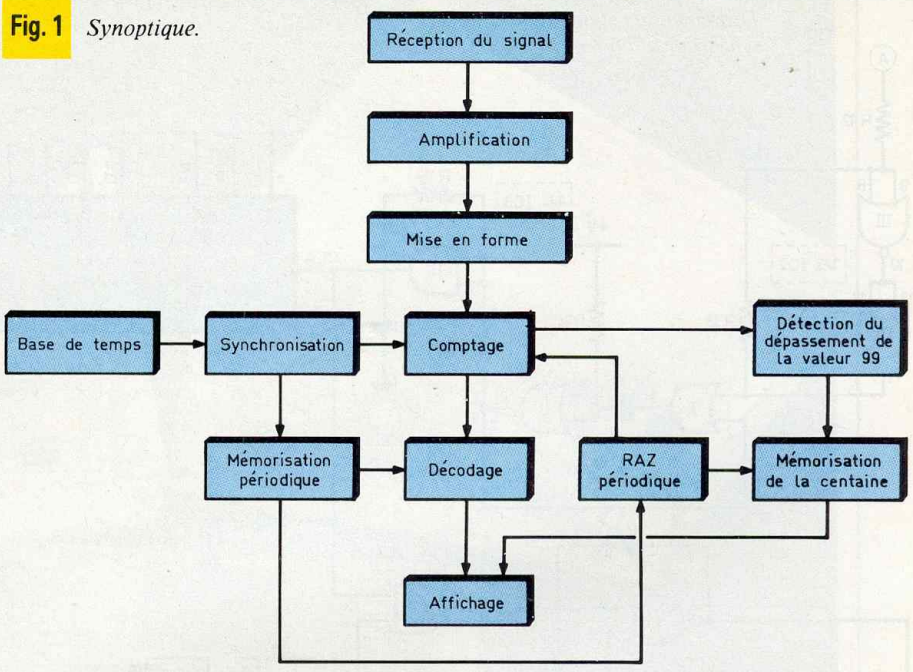
fectuer ce comptage pendant une durée :

$$\Delta = \frac{120}{F} = 120\ T$$

$$\Delta = \frac{120 \times 30}{N} = \frac{120 \times 30}{3\,000} = 1{,}2\ s$$

Ainsi, dans le cas, il faut créer des « fenêtres » de mesure de 1,2 seconde de durée pour effectuer une mesure cohérente de la vitesse. Nous verrons dans le chapitre suivant que d'autres précautions sont nécessaires, telles que la synchronisation, les lectures et les remises à zéro périodiques du compteur, pour aboutir à une bonne mesure. On notera également, à ce niveau, qu'il suffira de faire varier la durée de la fenêtre de mesure pour obtenir le réglage approprié au type de véhicule.
La **figure 1** met en évidence le schéma synoptique de fonctionnement de l'indication.

Fig. 1 *Synoptique.*



II – LE FONCTIONNEMENT ELECTRONIQUE

a) Alimentation (fig. 2)

L'énergie nécessaire est bien sûr fournie par la tension de 12 V disponible aux bornes de la batterie, ou plutôt, en aval de la serrure de contact. A cet effet, il conviendra d'alimenter le montage uniquement lorsque le dernier rapport est engagé. Une solution simple, expérimentée par l'auteur, consiste à fixer un microcontact à proximité du levier de vitesse, sous le soufflet en caoutchouc. La languette mobile du microcontact se trouve seulement sollicitée lorsque le rapport en question est engagé ; un positionnement approprié du microcontact et un réglage de la languette permettent de solutionner simplement ce problème. Le boîtier comporte en plus un interrupteur général, ce qui permet éventuellement d'éliminer volontairement la mise en action de l'indicateur. Une diode D_1 fait office de détrompeur et évite ainsi les erreurs de raccordement au niveau du respect des polarités. La capacité C_1 effectue un filtrage de la tension fournie par l'installation, qui, rappelons-le, comporte des ondulations introduites par l'alternateur de charge de la batterie. Le transistor NPN T_1, dont la base est maintenue à un potentiel fixe de 10 V par la diode Zener DZ, délivre à son émetteur un potentiel fixe, régulé et continu, de l'ordre de 9,5 V. Les capacités C_2 et C_3 effectuent un ultime filtrage et éliminent les éventuelles fréquences parasites.

b) Détection de l'information vitesse (fig. 2)

Dans le cas des véhicules équipés d'un allumage classique, l'information vitesse peut être prélevée sur la borne basse tension de la bobine. Pour les voitures comportant l'allu-

Fig. 2 *Alimentation et amplification du signal.*

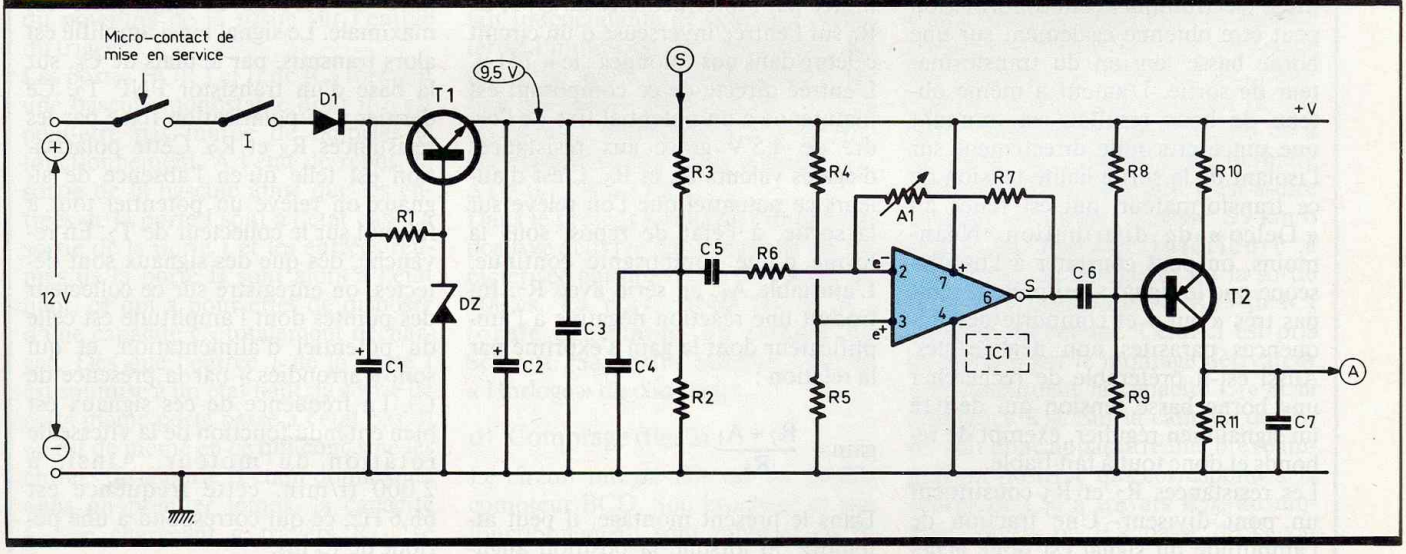
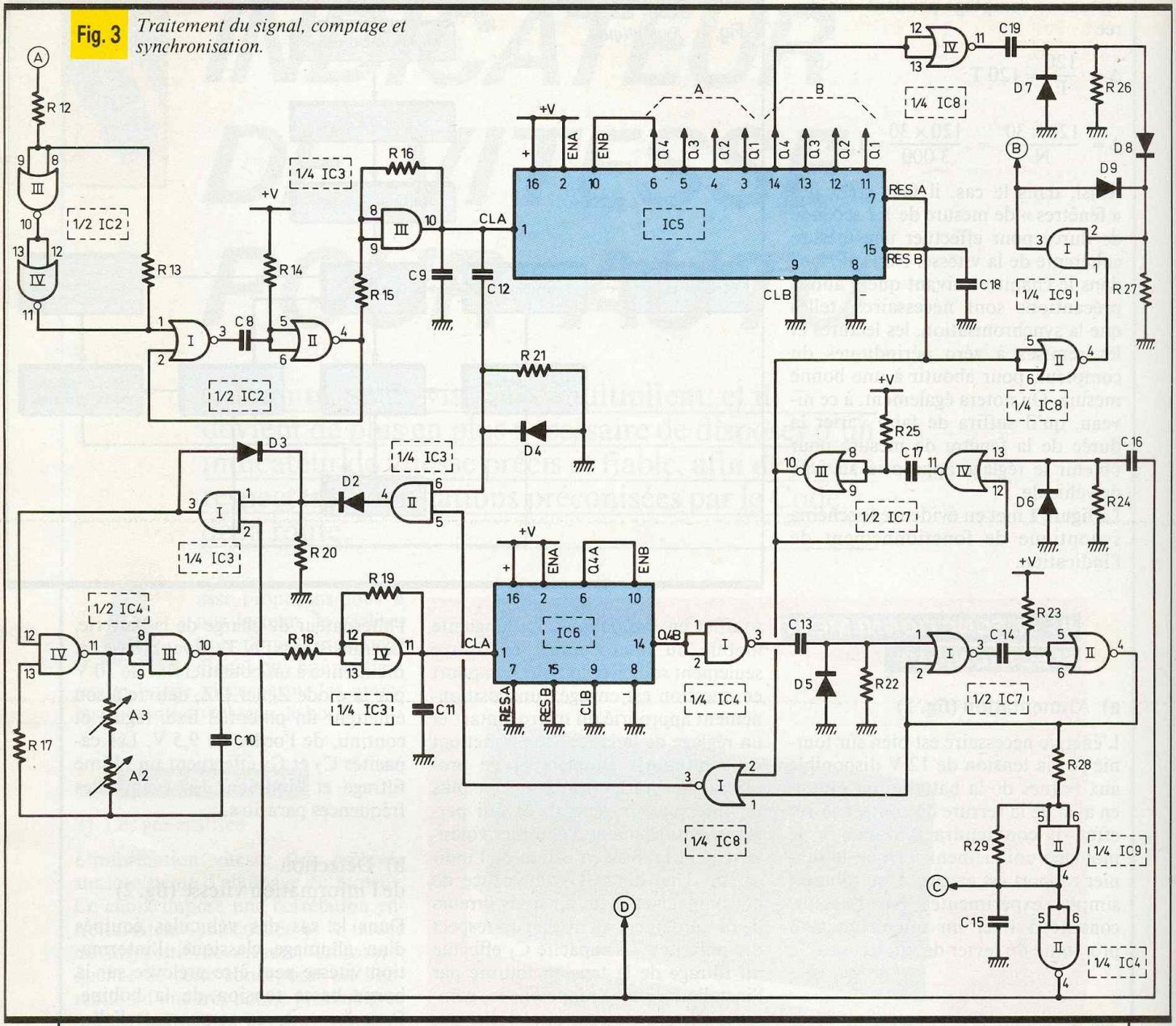


Fig. 3 *Traitement du signal, comptage et synchronisation.*



mage électronique, cette information peut être obtenue également sur une borne basse tension du transformateur de sortie. L'auteur a même obtenu de bons résultats en montant une pince crocodile directement sur l'isolant de la sortie haute tension de ce transformateur, qui est reliée au « Delco » de distribution. Néanmoins, on peut constater à l'oscilloscope que le signal ainsi prélevé n'est pas très « pur » et comporte des fréquences parasites non négligeables. Aussi est-il préférable de rechercher une borne basse tension qui délivre un signal bien régulier, exempt de rebonds et donc tout à fait fiable.

Les résistances R_2 et R_3 constituent un pont diviseur. Une fraction de l'amplitude du signal est donc acheminée par l'intermédiaire de C_5 et de R_6 sur l'entrée inverseuse d'un circuit célèbre dans nos colonnes : le « 741 ». L'entrée directe de ce composant est maintenue à un potentiel fixe de l'ordre de 4,5 V grâce aux résistances d'égales valeurs R_4 et R_5. C'est d'ailleurs ce potentiel que l'on relève sur la sortie, à l'état de repos, sous la forme d'une composante continue. L'ajustable A_1, en série avec R_7, introduit une réaction négative à l'amplificateur dont le gain s'exprime par la relation :

$$\text{gain} = \frac{R_7 + A_1}{R_6}$$

Dans le présent montage, il peut atteindre 50 lorsque la position angulaire du curseur de l'ajustable est maximale. Le signal ainsi amplifié est alors transmis, par le biais de C_6, sur la base d'un transistor PNP T_2. Ce dernier a sa polarisation fixée par les résistances R_8 et R_9. Cette polarisation est telle qu'en l'absence de signaux on relève un potentiel tout à fait nul sur le collecteur de T_2. En revanche, dès que des signaux sont détectés, on enregistre sur ce collecteur des pointes dont l'amplitude est celle du potentiel d'alimentation, et qui sont « arrondies » par la présence de C_7. La fréquence de ces signaux est bien entendu fonction de la vitesse de rotation du moteur. Ainsi, à 2 000 tr/min, cette fréquence est 66,6 Hz, ce qui correspond à une période de 15 ms.

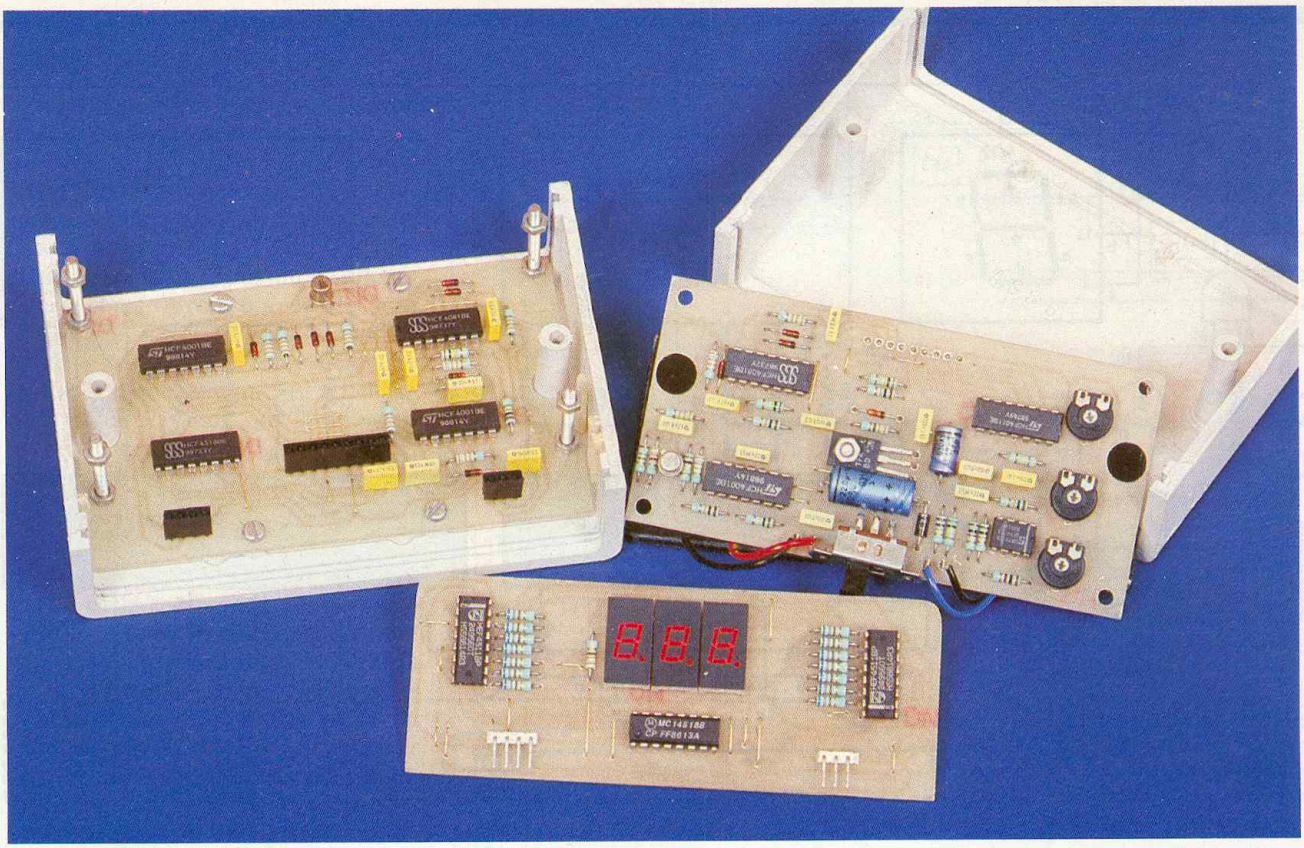


Photo 2. – Assemblage facile des circuits imprimés.

c) Mise en forme du signal (fig. 3)

Le signal issu du collecteur de T_2 est pris en compte par les portes NOR III et IV de IC_2, montées en trigger de Schmitt. Un tel montage délivre à sa sortie des signaux dont les fronts montants et descendants sont bien verticaux. Cette caractéristique s'explique par une accélération des phénomènes de basculement des portes, grâce à la réaction positive introduite par R_{13}, qui achemine une fraction du potentiel de la sortie sur l'entrée du trigger.

Les portes NOR I et II de IC_2 forment une bascule monostable dont il n'est peut-être pas inutile de rappeler le fonctionnement. A l'état de repos, la sortie de la bascule ainsi que les entrées de la porte I sont à l'état bas. La sortie de la porte I et les entrées réunies de la porte II sont alors à l'état haut, ce qui a pour effet de disposer d'une capacité C_8 totalement déchargée. Dès que l'entrée 1 de la porte I est soumise à un état haut, la sortie de cette même porte passe à l'état bas. Il en est de même en ce qui concerne les entrées de la porte II étant donné que, dans un premier temps, la capacité C_8, se chargeant à travers R_{14}, se comporte comme un court-circuit. La sortie de la bascule présente alors un état haut. Dès que C_8 a atteint un niveau de charge suffisant, c'est-à-dire aussitôt que le potentiel des entrées de la porte II atteint environ la moitié de la tension d'alimentation, la porte II bascule. Sa sortie repasse à l'état bas de repos. La sortie de la porte I repasse alors à l'état haut, ce qui permet de nouveau la décharge de C_8 qui se trouve ainsi prête pour la sollicitation suivante. La durée du signal délivré par la bascule est tout à fait indépendante de celle qui caractérise l'impulsion de commande. En fait, cette durée est uniquement fonction des valeurs de R_{14} et de C_8. Très exactement, du moins dans la théorie, elle est déterminée par la relation :

$\Delta t \# 0{,}7 \, . \, R_{14} \times C_8$.

Dans le présent montage, l'impulsion positive délivrée par la bascule est caractérisée par une durée de l'ordre de 500 μs. La porte AND III de IC_3 forme également un trigger de Schmitt. Sa sortie attaque l'entrée « Horloge » du compteur.

d) Comptage (fig. 3)

Le circuit intégré IC_5 est un double compteur BCD. Son brochage et son fonctionnement sont rappelés en **figure 6**. Notons que ce compteur avance au rythme des fronts ascendants des créneaux présentés sur l'entrée Clock, à condition que l'entrée Enable correspondante se trouve soumise à un état haut. C'est le cas du compteur A du boîtier, qui effectue le comptage des unités. Le compteur B, en revanche, doit avancer au moment où le niveau logique présent sur Q4A passe de 1 à 0, étant donné le principe même du comptage BCD. La sortie Q4A est donc reliée à l'entrée Enable, du compteur B. Dans ce cas, l'entrée Clock doit être reliée à l'état bas. Le compteur B est affecté au comptage des dizaines. Le dispositif de comptage IC_5 a donc une capacité de dénombrement allant de la valeur 00 à la valeur 99. Lorsque cette dernière valeur se trouve dépassée, c'est-à-dire lorsque la vitesse dépasse 99 km/h (tout en restant inférieure à 200 km/h), on enregistre sur la sortie de la porte inverseuse NOR IV de IC_8 un front ascendant. Celui-ci est pris en compte par le montage dérivateur que constituent la capacité C_{19} et la résistance R_{26}. Sur la cathode de D_7, on voit donc apparaître une brève impulsion positive qui correspond à la charge de C_{19} à travers R_{26}, au moment précis où IC_5 passe de la va-

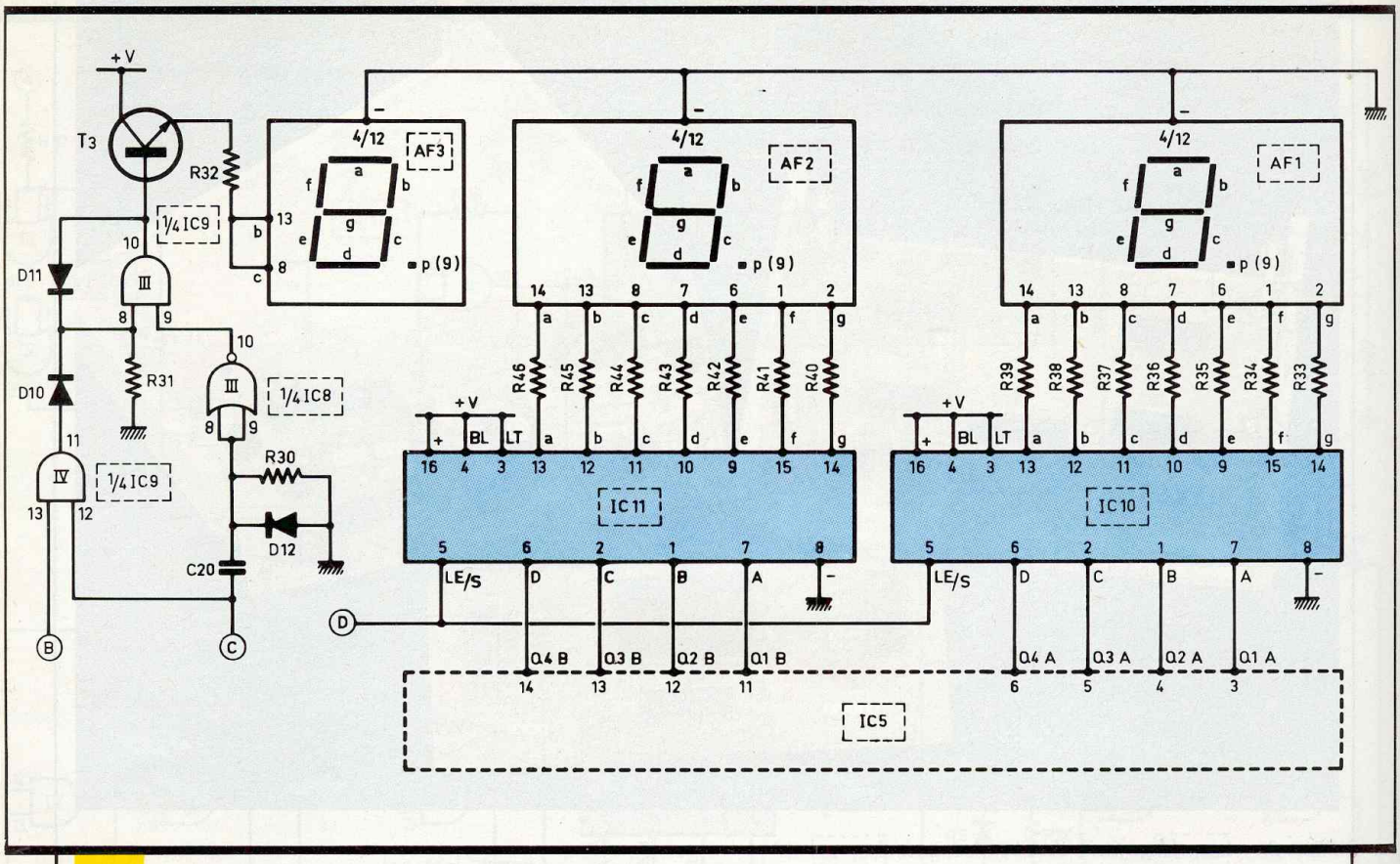


Fig. 4 *Affichage.*

leur 99 à la valeur 00, c'est-à-dire 100. Cette impulsion positive est alors transmise, à travers D_8, sur l'entrée 2 de la porte AND I de IC_9, qui est montée en porte de mémorisation. En effet, même lorsque l'impulsion d'entrée aura cessé, il se produit le maintien d'un état haut sur la sortie de la porte AND, grâce au verrouillage effectué par la diode D_9. Nous verrons ultérieurement comment cette mémoire est à nouveau effacée périodiquement grâce à la présentation d'un état bas fugitif sur l'entrée 2. La diode D_7 permet une décharge rapide C_{19} lorsque la sortie de la porte NOR IV repasse à l'état bas.

c) Base de temps (fig. 3)

Les portes NAND III et IV de IC_4 constituent un multivibrateur astable. Un tel oscillateur ne fonctionne qu'à la condition que l'entrée de commande 12 soit soumise à un état haut. Dans le cas où cette entrée est reliée à un état bas, la sortie de la porte IV présente un état haut, et celle de la porte III un état bas permanent. Le multivibrateur est en état de blocage.

En revanche, lorsque l'entrée 12 est reliée à un état haut, l'ensemble entre en oscillation. Cette oscillation se traduit par la charge, puis la décharge suivie d'une charge en sens contraire, de la capacité C_{10}, à travers les ajustables A_2 et A_3. Il en résulte, sur la sortie de la porte NAND III, des créneaux dont la période est fixée par la relation :

$$T \# 2{,}2 \times (A_2 + A_3) \times C_{10}.$$

La résistance R_{17} n'entre pas à proprement parler dans la détermination de la fréquence oscillatoire ; elle confère au multivibrateur une meilleure stabilité de fonctionnement. De même, on notera que la capacité C_{10}, étant donné son mode de sollicitation, ne saurait être du type polarisé.
Nous verrons ultérieurement comment le multivibrateur est commandé. Pour le moment, remarquons que les créneaux délivrés sont transmis au trigger de Schmitt que forme la porte AND IV de IC_3, qui attaque à son tour l'entrée de comptage d'un second double-compteur BCD, du même type que celui évoqué au paragraphe précédent. Sur la sortie Q4B de IC_6, on enregistre donc un front descendant lorsque le compteur passe de la valeur 99 à la valeur 00. Nous verrons plus loin qu'à ce moment précis la base de temps cesse provisoirement, pour des raisons dictées par la nécessité d'une synchronisation.
Pour clore ce paragraphe, rappelons-nous que IC_6 effectue en fait une division par 100, et que si la détection du front descendant sur Q4B doit se produire au bout d'environ 1,2 seconde après le début du démarrage de la base de temps, celle-ci devra osciller à une période de 1 200 ms/100 = 12 ms, pour reprendre le cas particulier explicité au chapitre consacré au principe. L'ajustable A_2 permet l'obtention d'un premier réglage, tandis que l'ajustable A_3, d'une valeur dix fois plus faible et placé en série avec A_2, autorisera un réglage plus fin et plus aisé de la période générée par la base de temps.

f) Mémorisation périodique du comptage (fig. 3)

Au moment où IC_6 passe de la position 99 à la valeur 00, on enregistre sur la sortie de la porte inverseuse NAND I de IC_4 un front ascendant. Ce dernier est pris en compte par le circuit dérivateur C_{13}/R_{22} qui délivre à ce moment une brève impulsion positive, aussitôt transmise sur l'entrée de commande de la bascule monosta-

ble que forment les portes NOR I et II de IC_7.
Compte tenu des valeurs de R_{23} et de C_{14}, la bascule délivre sur sa sortie une impulsion positive d'une durée de 500 µs. Un trigger de Schmitt AND II de IC_9 confère à cette impulsion des fronts bien verticaux, tandis que la porte NAND II de IC_4 l'inverse pour en faire une impulsion négative. Nous verrons un peu plus loin que l'impulsion positive aura pour effet de mémoriser, le cas échéant, le chiffre 1 correspondant à l'affichage de la centaine, tandis que l'impulsion négative mémorisera l'affichage des dizaines et des unités.

g) Remise à zéro périodique du compteur (fig. 3)

La fin de la commande des mémorisations précédemment évoquées est matérialisée par l'apparition d'un front montant sur la sortie de la porte NAND II de IC_4. Après prise en compte par le circuit dérivateur C_{16}/R_{24}, une seconde bascule monostable constituée par les portes NOR III et IV de IC_7 prend son départ. Elle délivre sur sa sortie une impulsion positive également d'une durée de 500 µs. Cette impulsion a deux conséquences :

– Elle assure la remise à zéro de IC_5 grâce aux entrées Reset A et B.
– Elle démémorise la porte AND I de IC_9 grâce à l'inversion apportée par la porte NOR II de IC_8.

On peut noter que la durée de l'effacement du niveau haut de cette porte de mémorisation AND I de IC_9 est intentionnellement supérieure à celle qui caractérise l'impulsion de mémorisation acheminée par le circuit dérivateur C_{19}/R_{26}. En effet, sans cette précaution de conception, le passage de IC_5 à 00 au moment de la commande de la RAZ, et pris en compte par le circuit dérivateur C_{19}/R_{26}, mémoriserait à tort la porte AND I. Le maintien de l'entrée 1 à un état bas, pendant 500 µs, empêche donc cette mémorisation indéniable.

En résumé, on peut retenir qu'au bout du temps défini par le réglage de la base de temps il se produit successivement :

– le relevé du résultat du comptage ;
– la remise à zéro du dispositif de comptage ;
– l'arrêt provisoire de la base de temps, comme nous le verrons maintenant.

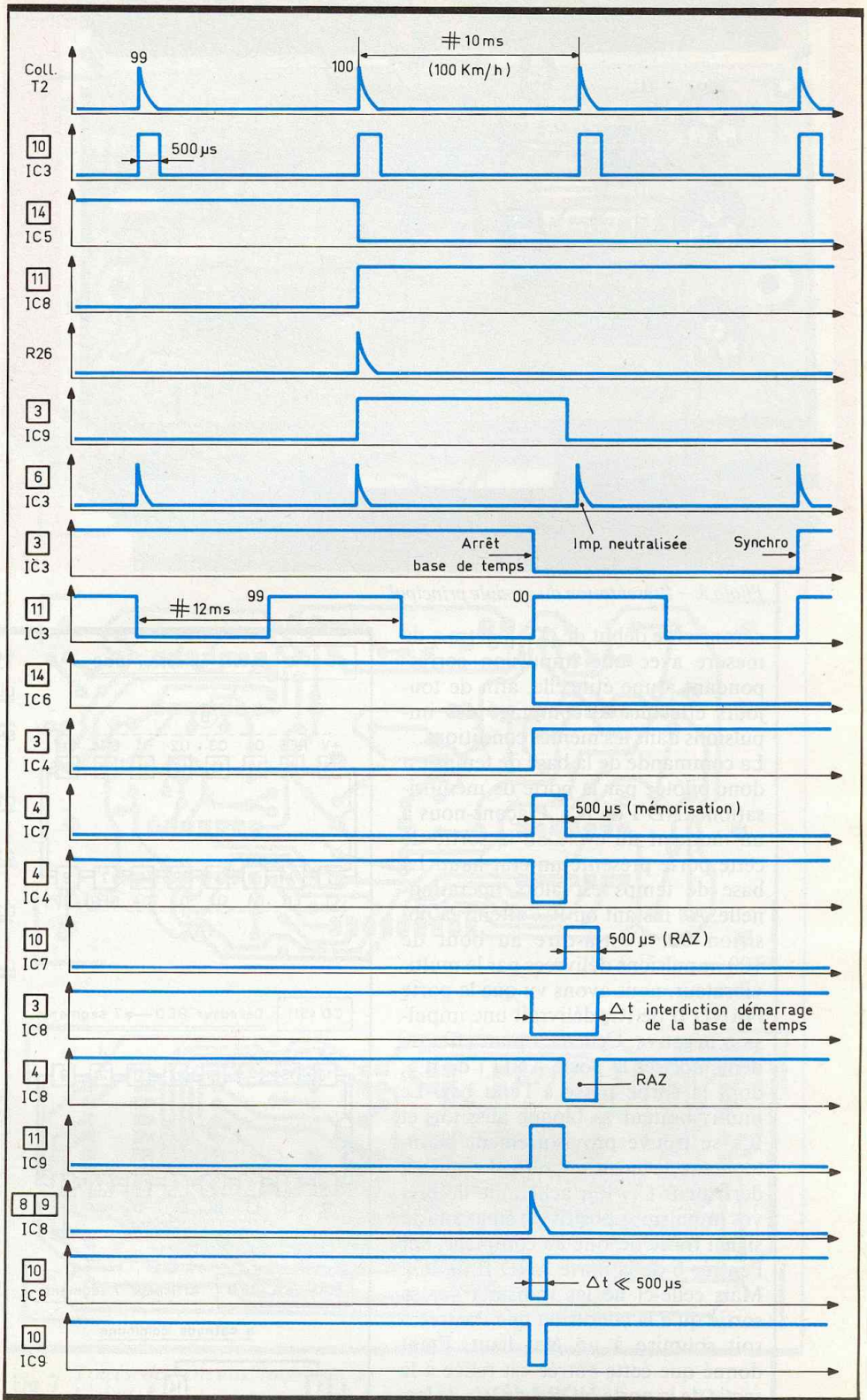


Fig. 5 *Oscillogrammes caractéristiques.*

h) Synchronisation (fig. 3)

Dès la fin des opérations de relevé et de RAZ du compteur, si l'on faisait démarrer à nouveau la base de temps sans tenir compte de la succession des étincelles, il se produirait un affichage instable au niveau du dernier chiffre affiché qui risquerait d'hésiter continuellement entre deux valeurs voisines, alors que la vitesse du véhicule est parfaitement stable. Pour éviter ce phénomène désagréable pour le conducteur, il est nécessaire de syn-

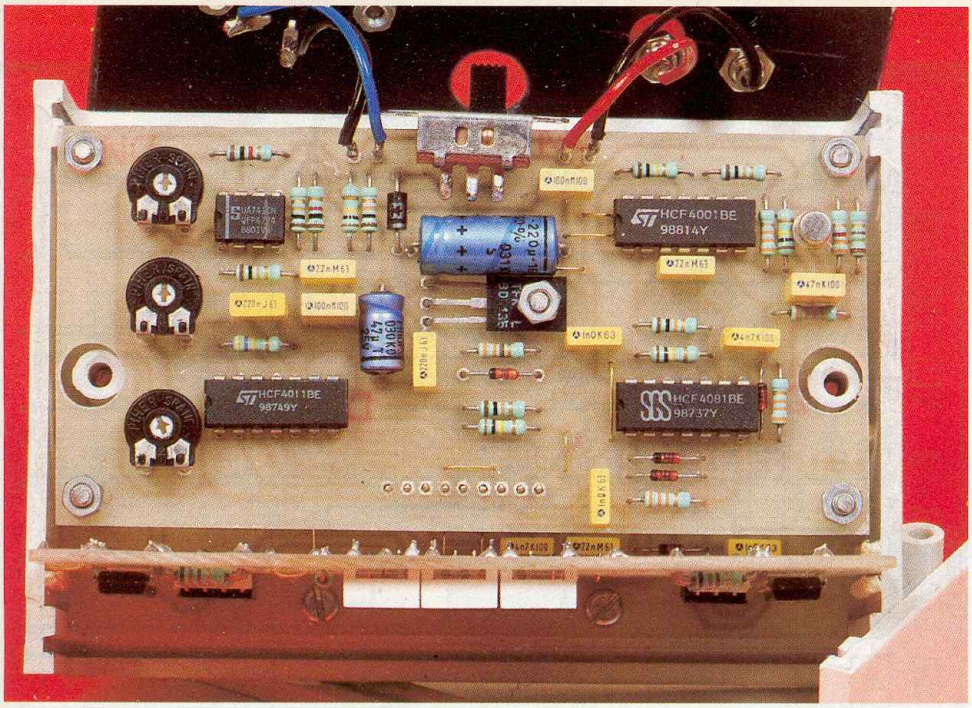


Photo 3. – Présentation du module principal.

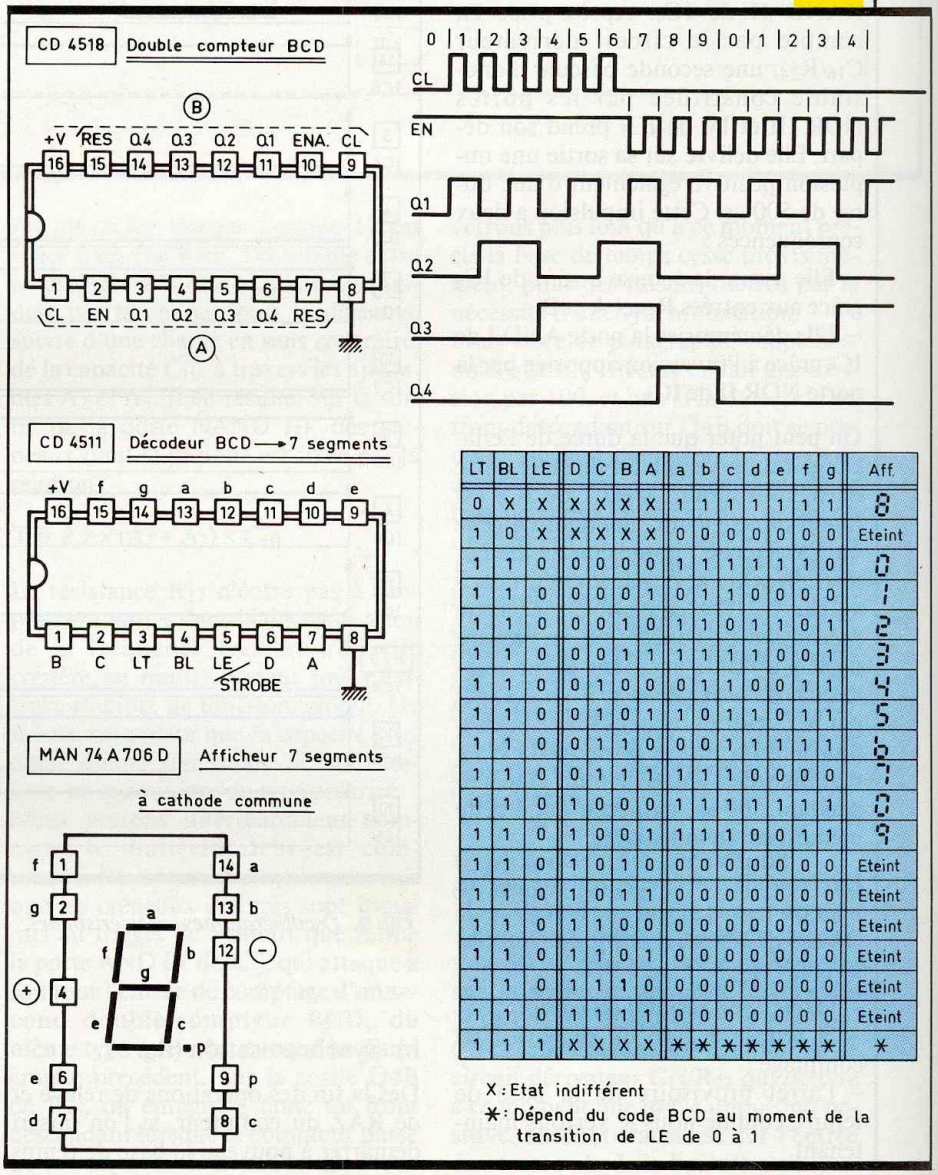
chroniser le début de la « fenêtre » de mesure avec une impulsion correspondant à une étincelle, afin de toujours effectuer le comptage des impulsions dans les mêmes conditions.

La commande de la base de temps est donc pilotée par la porte de mémorisation AND I de IC_3. Plaçons-nous à un moment du cycle où la sortie de cette porte présente un état haut. La base de temps est alors opérationnelle. A l'instant où IC_6 atteint la position 00, c'est-à-dire au bout de 100 impulsions délivrées par le multivibrateur, nous avons vu que la porte NAND II de IC_4 délivrait une impulsion négative. Celle-ci a pour effet de démémoriser la porte AND I de IC_3, dont la sortie passe à l'état bas. Le multivibrateur se bloque aussitôt, et IC_6 se trouve provisoirement maintenu sur sa position zéro. Le circuit dérivateur C_{12}/R_{21} achemine de brèves impulsions positives, émanant du signal traité destiné au comptage, sur l'entrée 6 de la porte AND II de IC_3. Mais celle-ci ne les transmet sur sa sortie qu'à la condition que l'entrée 5 soit soumise à un état haut. Etant donné que cette entrée est reliée à la sortie de la porte NOR I de IC_8, le lecteur vérifiera aisément que la sortie de cette porte ne présente un état haut que si l'on n'est pas en présence de la phase « relevé » ou « RAZ » du compteur. En dehors de ce cas tout à fait particulier, l'impulsion positive en provenance du circuit dérivateur C_{12}/R_{21} se trouve acheminée par la porte AND II de IC_3, par D_2 sur l'entrée 1 de AND I de IC_3. Cette dernière porte mémorise alors la commande, et la base de temps prend bien son départ en synchronisation avec une impulsion de comptage générée elle-même par une étincelle.

i) Décodage et affichage (fig. 4)

Les boîtiers IC_{10} et IC_{11} contiennent des décodeurs BCD → 7 segments CD 4511 dont le brochage est également rappelé en **figure 6.** Un tel circuit intégré comporte les quatre entrées destinées à la lecture du code binaire. Mais il comporte en plus une entrée LE/Strobe. Si celle-ci est soumise à un état bas, les 7 sorties « a » à « g » reliées aux entrées appropriées de l'afficheur 7 segments à cathode commune délivrent des états bas et

Brochage et fonctionnement des circuits employés. **Fig. 6**



LT	BL	LE	D	C	B	A	a	b	c	d	e	f	g	Aff.
0	X	X	X	X	X	X	1	1	1	1	1	1	1	8
1	0	X	X	X	X	X	0	0	0	0	0	0	0	Eteint
1	1	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0
1	1	0	0	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1
1	1	0	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	2
1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	1	3
1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	4
1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	1	0	1	1	5
1	1	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	6
1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	7
1	1	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	0
1	1	0	1	0	0	1	1	1	1	0	0	1	1	9
1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Eteint
1	1	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	Eteint
1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	Eteint
1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	Eteint
1	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	Eteint
1	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	Eteint
1	1	1	X	X	X	X	*	*	*	*	*	*	*	*

X : Etat indifférent

* : Dépend du code BCD au moment de la transition de LE de 0 à 1

haut conformément au tableau de la **figure 6.** Dans le cas de notre montage, dans ces conditions, on assiterait en fait à un défilement continu des valeurs, et aucune lecture ne serait possible. Mais, grâce à l'entrée LE/Strobe, il est possible d'effectuer des relevés ponctuels de la valeur du compteur IC_5 et de les mémoriser. Cette mémorisation se produit au moment où l'on présente sur l'entrée LE/Strobe une brève impulsion négative, suivie d'un maintien de cette entrée à l'état haut. Dans ces conditions, les afficheurs indiquent en permanence la valeur contenue dans IC_5 au moment précis où cesse l'impulsion négative, c'est-à-dire juste avant la remise à zéro périodique de IC_5, ainsi que nous l'avons déjà vu dans les paragraphes précédents.
Les résistances R_{33} à R_{46} limitent le courant dans les segments à une valeur de l'ordre de 10 mA. L'afficheur AF_1, en relation avec IC_{10}, lui-même en correspondance avec le compteur A de IC_5, est donc affecté à l'indication des unités, tandis que AF_2, relié au compteur B de IC_5, *via* IC_{11}, affiche les dizaines de kilomètres par heure.

j) Affichage de la centaine **(fig. 4)**

Dans le but d'économiser un décodeur CD 4511 supplémentaire qui n'aurait eu à décoder que la valeur maximale « 1 », le cas particulier de ce chiffre a été traité à part. Nous avons vu au paragraphe consacré au comptage que la porte AND I de IC_9 présentait un état haut mémorisé si le compteur IC_5 avait eu l'occasion de dépasser la valeur « 99 » au moment du relevé. Par l'intermédiaire de la porte AND IV de IC_9, un bref état haut est donc transmis sur l'entrée de mémorisation de la porte AND III de IC_9 au moment de la commande de la lecture du compteur. Au même moment, un circuit dérivateur $C_{20}/_{30}$ délivre une brève impulsion positive, aussitôt transformée en impulsion négative par la porte NOR III de IC_8. Cette impulsion négative démémorise systématiquement la porte AND III de IC_9.
Mais étant donné qu'elle est nettement plus brève que celle qui correspond à la mémorisation, on enregistrera quand même un état haut sur la sortie de la porte AND III de IC_9 si la vitesse reste supérieure à 99 km/h. Dans le cas contraire, l'état haut cède sa place à un état bas.

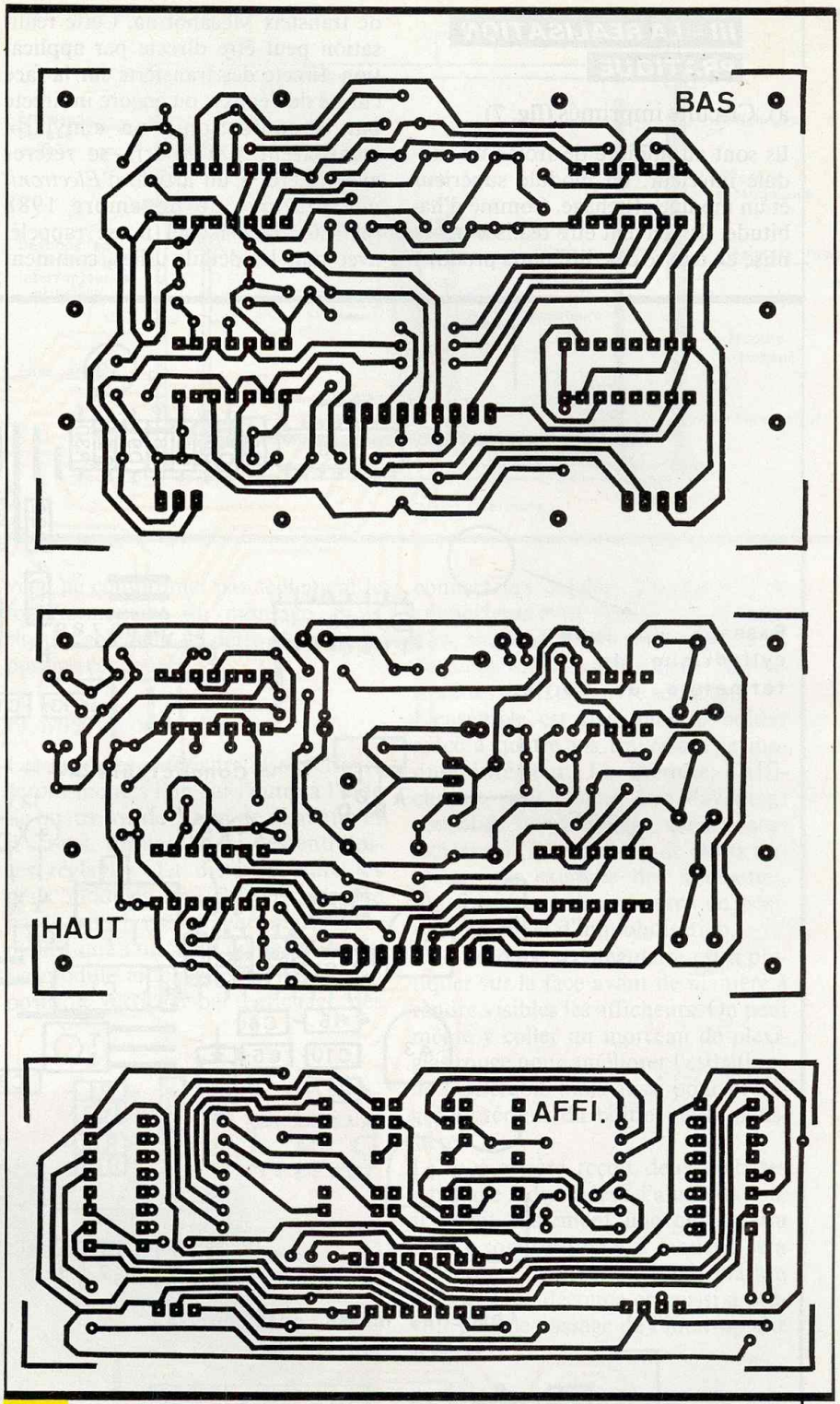


Fig. 7 *Tracés des circuits imprimés à l'échelle.*

L'afficheur AF_3 destiné à l'affichage du chiffre 1 correspondant à la centaine a ses segments b et c alimentés par le transistor T_3, par le biais de la résistance de limitation R_3.
Remarquons tout de même que, dans le cas où le véhicule dépasserait 199 km/h, la valeur suivante affichée serait de 100 km/h au lieu de 200 km/h, compte tenu du mode de fonctionnement adopté.
Mais nous pensons que les lecteurs d'*Electronique Pratique* sont des gens sérieux, ayant tous participé à l'opération « Drapeau blanc » du week-end de la Toussaint et dont la conduite à des vitesses non permises est fortement improbable...

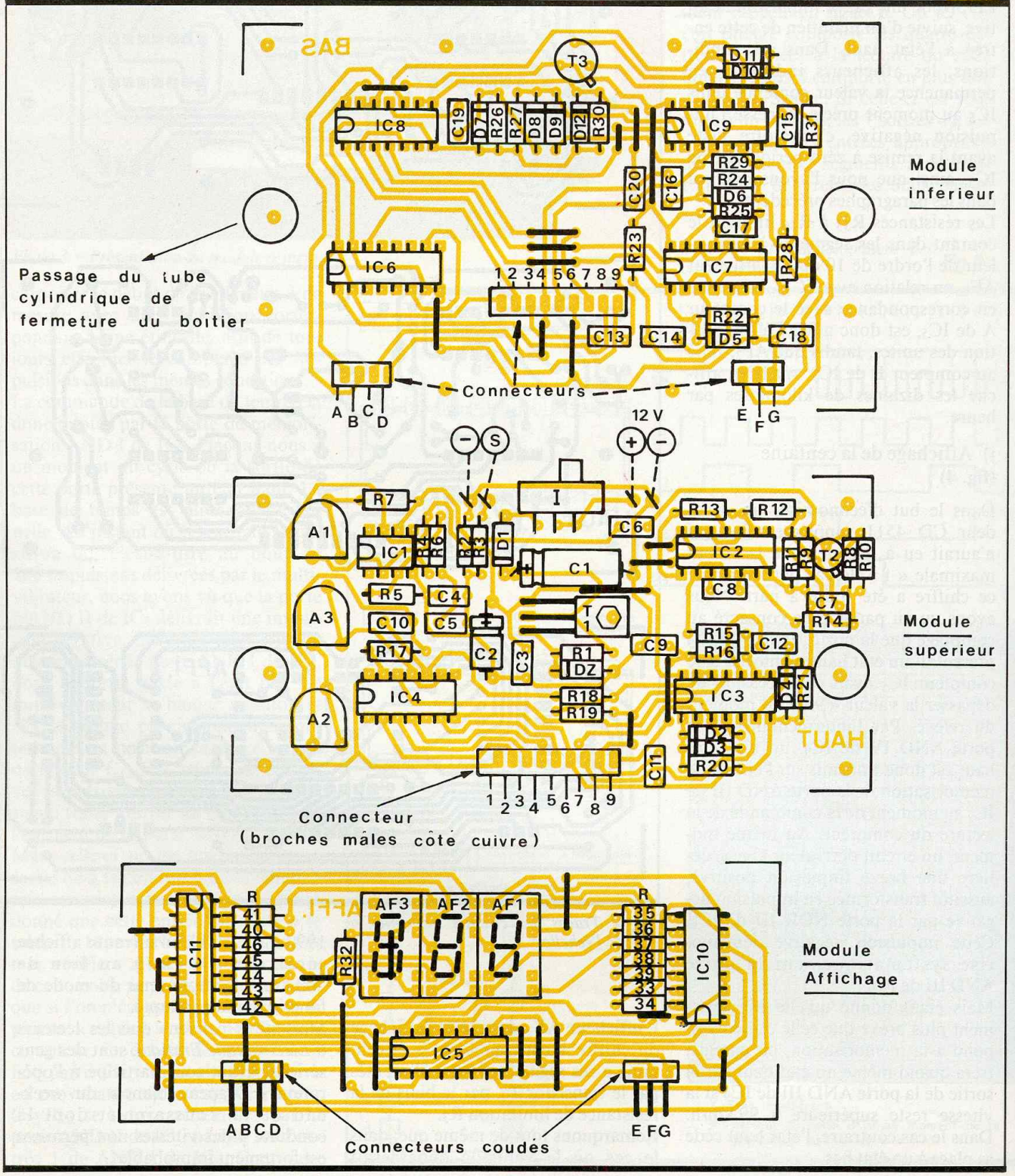
III – LA REALISATION PRATIQUE

a) Circuits imprimés (fig. 7)

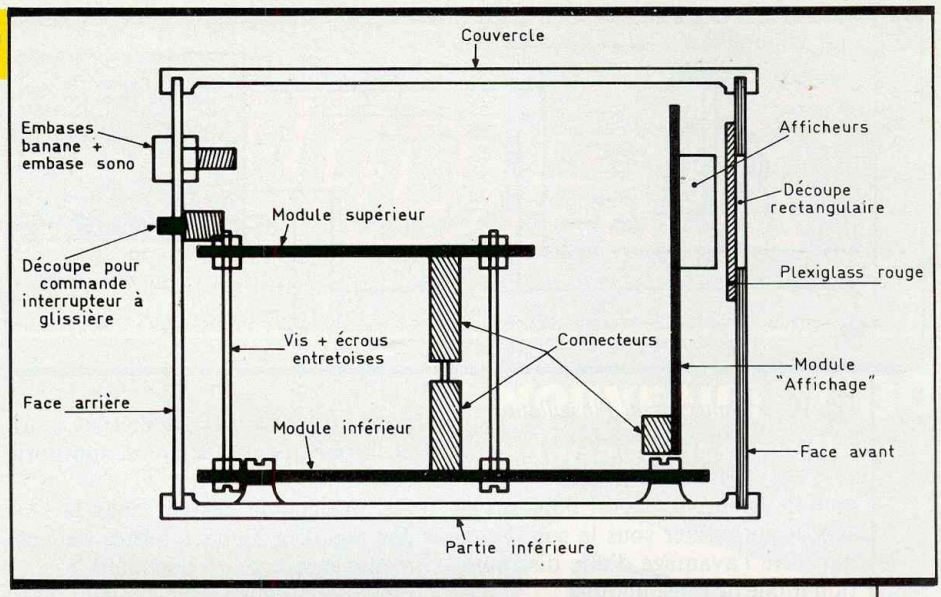
Ils sont au nombre de trois : un module inférieur, un module supérieur et un module affichage. Comme d'habitude, ils peuvent être réalisés par la mise en œuvre des différents produits de transfert Mecanorma. Cette réalisation peut être directe par application directe des transferts sur la face cuivre de l'époxy, ou encore indirecte par la confection d'un « mylar » transparent. On pourra se référer avec intérêt à un article d'*Electronique Pratique* de novembre 1988 (nº 120) dans lequel il est rappelé, avec tous les détails utiles, comment réaliser simplement les circuits imprimés.

Après gravure au perchlorure de fer et un rinçage abondant, toutes les pastilles seront percées à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains trous seront à agrandir à 1 ou 1,3 mm

Implantation des éléments. **Fig. 8**



Montage du boîtier. **Fig. 9**

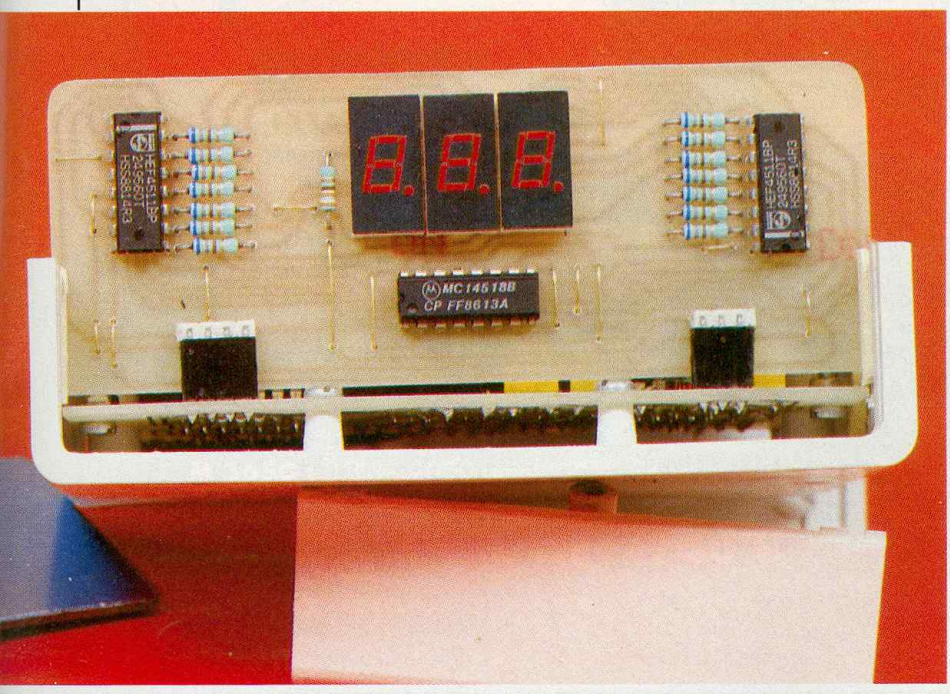


suivant la grosseur des connexions des composants à implanter. Enfin, pour terminer, il est toujours conseillé d'étamer les pistes pour donner à l'ensemble une meilleure tenue chimique et davantage de résistance mécanique. Par ailleurs, cette opération d'étamage, que l'on peut réaliser directement au fer à souder, pourra être mise à profit pour vérifier l'ensemble des pistes et détecter éventuellement soit des contacts indésirables entre pistes voisines, soit des microcoupures.

b) Implantation des composants (fig. 8)

Le principe de montage des composants est toujours le même : on débute par les composants de moindre épaisseur tels que les diodes, les résistances et les petites capacités, et on achève par les composants plus volumineux comme les condensateurs plus grands et les transistors.
Toutefois, les circuits intégrés seront implantés uniquement en fin d'opération, en prenant soin de ne pas les chauffer anormalement lors de la soudure. Il va sans dire qu'il est absolument indispensable d'apporter un soin tout à fait particulier au niveau du respect des polarités des composants orientés. Toute erreur à ce niveau ne compromet pas seulement le fonctionnement du montage, mais risque également de détruire les composants concernés.

Photo 4. – La carte d'affichage.



c) Mise en boîte (fig. 9)

Les modules inférieurs et supérieurs seront montés l'un sur l'autre à l'aide de quatre vis de 3 mm de diamètre et d'écrous, formant ainsi des entretoises réglables. La distance entre les deux modules sera surtout imposée par le type de connecteurs mâles et femelles que l'on aura pu se procurer. Le module affichage sera installé en position verticale par enfichage des connecteurs coudés. L'utilisation de connecteurs évite l'emploi de fils souples, toujours disgracieux et porteurs de problèmes liés à la fragilité des extrémités de fil en cuivre soudées.
L'ensemble est fixé dans le boîtier grâce à quatre vis traversant le module inférieur. Le module « affichage » peut encore être davantage consolidé par le collage, sur les faces latérales et à l'intérieur, de petits tasseaux, par exemple des allumettes, qui formeront des rainures de positionnement et d'immobilisation.
Une découpe rectangulaire est à pratiquer sur la face avant de manière à rendre visibles les afficheurs. On peut même y coller un morceau de plexiglas rouge pour améliorer l'esthétique de l'ensemble mais aussi pour protéger l'intérieur du boîtier de la poussière.
La face arrière reçoit deux embases « banane » destinées à l'alimentation. Il reçoit également une embase du type « sonorisation » à laquelle sera raccordée l'entrée de l'information vitesse. Une découpe est aussi à prévoir pour le passage de l'interrupteur général.

d) Montage et tarage (fig. 10)

Le boîtier pourra ensuite être monté dans le véhicule, par exemple dans un endroit approprié du tableau de bord, ou dans une niche restée disponible, à gauche de la boîte à gants par exemple.
Le microcontact de mise en service peut être installé auprès de la base du levier de vitesse. Son positionnement devra être tel qu'il se ferme lorsque l'on enclenche la vitesse de plus

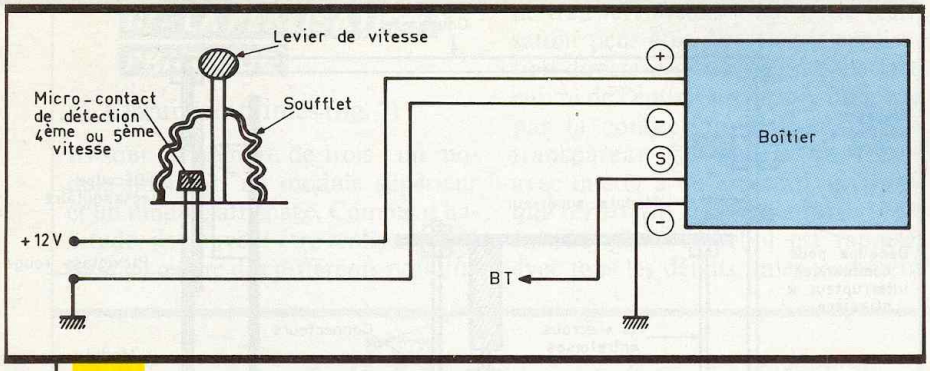


Fig. 10 *Schéma général d'installation.*

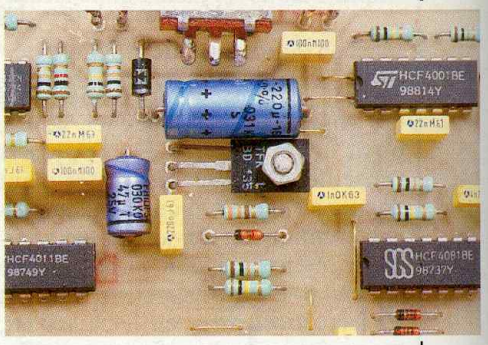


Photo 5. – Gros plan sur le transistor de puissance.

grande valeur. L'auteur, pour ses essais, a pu le fixer sous le soufflet, ce qui offre l'avantage d'une dissimulation totale de l'installation.

On peut maintenant passer aux essais et au tarage de l'indicateur. Tous les ajustables sont accessibles sur le module supérieur. Concernant l'ajustable A_1 qui fixe le gain de l'amplification du signal d'entrée, un positionnement médian est approprié dans la plupart des cas.

En tournant le curseur dans le sens des aiguilles d'une montre, on augmente le gain, et inversement.

Pour effectuer le tarage, on peut, dans un premier temps, se baser sur l'indicateur de vitesse propre à la voiture en agissant doucement d'abord sur le curseur de A_2 puis sur celui de A_3 pour affiner le réglage. Par la suite, il convient d'obtenir un réglage plus exact en procédant par chronométrage direct d'une distance parcourue connue à vitesse constante.

L'indicateur est maintenant tout à fait opérationnel ; désormais, vous n'aurez vraiment plus aucune excuse si un radar détecte un dépassement de vitesse...

Robert KNOERR

LISTE DES COMPOSANTS

a) Module inférieur

12 straps (5 horizontaux, 7 verticaux)
R_{22} à R_{27} : 6 × 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_{28} : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_{29} : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_{30} et R_{31} : 2 × 33 kΩ (orange, orange, orange)
D_5 à D_{12} : 8 diodes-signal (1N4148, 1N914)
C_{13} : 4,7 nF milfeuil
C_{14} : 22 nF milfeuil
C_{15} : 1 nF milfeuil
C_{16} : 4,7 nF milfeuil
C_{17} : 22 nF milfeuil
C_{18} : 1 nF milfeuil
C_{19} à C_{20} : 2 × 4,7 nF milfeuil
T_3 : transistor NPN BC 108, 109, 2N2222
IC_6 : CD 4518 (double compteur BCD)
IC_7, IC_8 : 2 × CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)
IC_9 : CD 4081 (4 portes AND à 2 entrées)
Connecteur femelle 9 broches
Connecteur femelle 4 broches
Connecteur femelle 3 broches

b) Module supérieur

6 straps (4 horizontaux, 2 verticaux)
R_1 : 330 Ω (orange, orange, marron)
R_2 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_3 et R_5 : 3 × 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_6, R_7 : 2 × 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R_8 : 3,3 kΩ (orange, orange, rouge)
R_9 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_{10} : 150 Ω (marron, vert, marron)
R_{11} : 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_{12} : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_{13} : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_{14} : 33 kΩ (orange, orange, orange)
R_{15} : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_{16} : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_{17} : 470 kΩ (jaune, violet, jaune)
R_{18} : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_{19} : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_{20}, R_{21} : 2 × 33 kΩ (orange, orange, orange)

A_1 et A_2 : 2 ajustables de 47 kΩ, implantation horizontale, pas de 5,08
A_3 : ajustable de 4,7 kΩ, implantation horizontale, pas de 5,08

D_1 : diodes 1N4004, 4007
D_2 à D_4 : 3 diodes-signal (1N4148, 1N914)
DZ : diode Zener de 10 V

C_1 : 220 µF/16 V électrolytique
C_2 : 47 µF/10 V électrolytique
C_3 : 0,22 µF milfeuil
C_4 : 22 nF milfeuil
C_5, C_6 : 2 × 0,1 µF milfeuil
C_7 : 47 nF milfeuil
C_8 : 22 nF milfeuil
C_9 : 1 nF milfeuil
C_{10} : 0,22 µF milfeuil
C_{11} : 1 nF milfeuil
C_{12} : 4,7 nF milfeuil
T_1 : transistor NPN BD 135, 137
T_2 : transistor PNP 2N2907
IC_1 : µA 741 (amplificateur opérationnel)
IC_2 : CD 4001 (4 portes NOR à 2 entrées)
IC_3 : CD 4081 (4 portes AND à 2 entrées)
IC_4 : CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)
I : interrupteur à glissière
Connecteur mâle 9 broches
4 picots

c) Module affichage

15 straps (3 horizontaux, 12 verticaux)
R_{32} : 330 Ω (orange, orange, marron)
R_{33} à R_{46} : 14 × 680 Ω (bleu, gris, marron)
AF_1 à AF_3 : 3 afficheurs 7 segments à cathode commune (MAN 74A 706D)
IC_5 : CD 4518 (double compteur BCD)
IC_{10}, IC_{11} : 2 × CD 4511 (décodeur BCD → 7 segments)
Connecteur coudé mâle 4 broches
Connecteur coudé mâle 3 broches

d) Divers

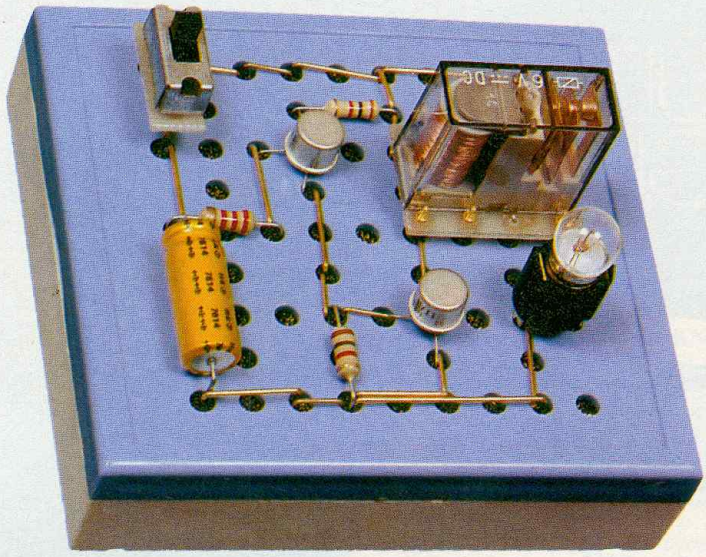
2 embases « banane »
Microcontact (voir texte)
1 embase type sono
1 fiche sono correspondante
Fil souple
Fil blindé (1 conducteur + blindage)
Coffret plastique 120 × 80 × 60

CONFORT

TEMPORISATEUR D'EXTINCTION D'UNE LAMPE

Dans ce montage d'initiation, sur plaque FIXFIL, la lampe reste allumée durant quelques secondes après l'ouverture du commutateur.

On simule ici l'équipement de certaines automobiles dont les phares restent allumés un certain temps après qu'on ait quitté le véhicule.



PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT

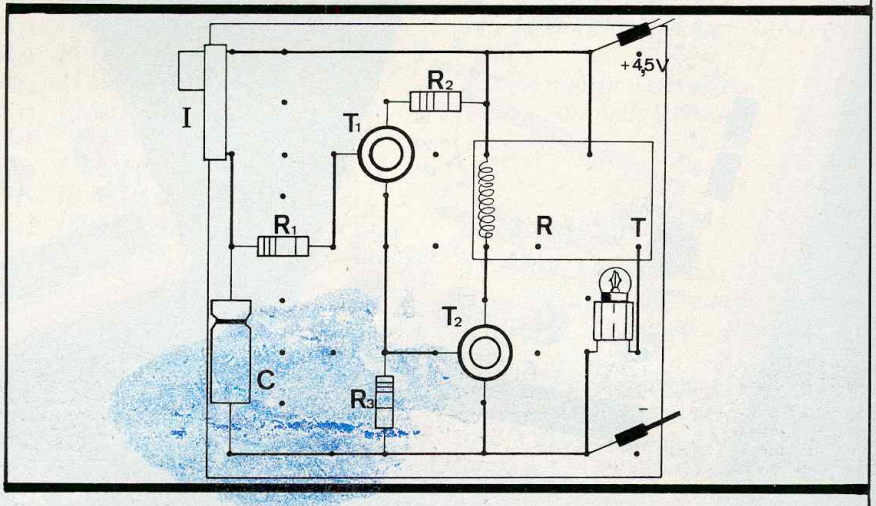
Lorsque l'interrupteur I est fermé, les transistors T_1 et T_2 conduisent. Le relais, dont la bobine est dans le circuit collecteur de T_2, est en position « travail » (notée T) et la lampe L est allumée.

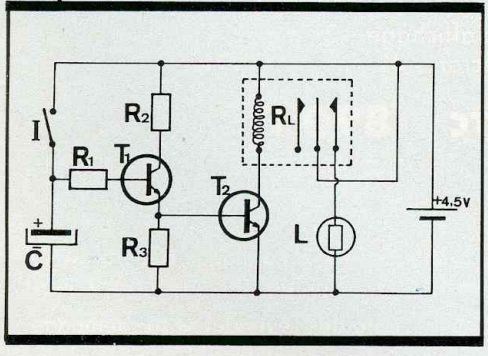
Lorsqu'on ouvre l'interrupteur, le condensateur chargé sous 4,5 V applique cette tension sur la base de T_1, qui continue donc à conduire ; la lampe reste allumée.

A mesure que le condensateur se décharge, l'intensité diminue dans la base de T_1. Au bout d'un moment, le transistor cesse d'être saturé et le courant dans l'émetteur diminue également.

Rapidement, ce courant est tel que la tension aux bornes de R_3 (entre les points M et N) est inférieure à la tension de seuil de la jonction base-émetteur du transistor T_2. Celui-ci se bloque alors, et le relais passe en position « repos » (noté R) : la lampe s'éteint.

On peut augmenter la durée de la temporisation en augmentant la capacité du condensateur, et inversement.





LISTE DES COMPOSANTS

R_1 : résistance 1/4 W, 22 kΩ
R_2, R_3 : résistance 1/4 W, 1 kΩ
C : condensateur 100 µF
T_1 et T_2 : transistors NPN
RL : relais 6 V, 1 RT FIXFIL sur plaquette
I : interrupteur FIXFIL sur plaquette
L : lampe 3,5 V, 0,2 A sur douille FIXFIL
Cavalier FIXFIL de 1,2 et 4 intervalles

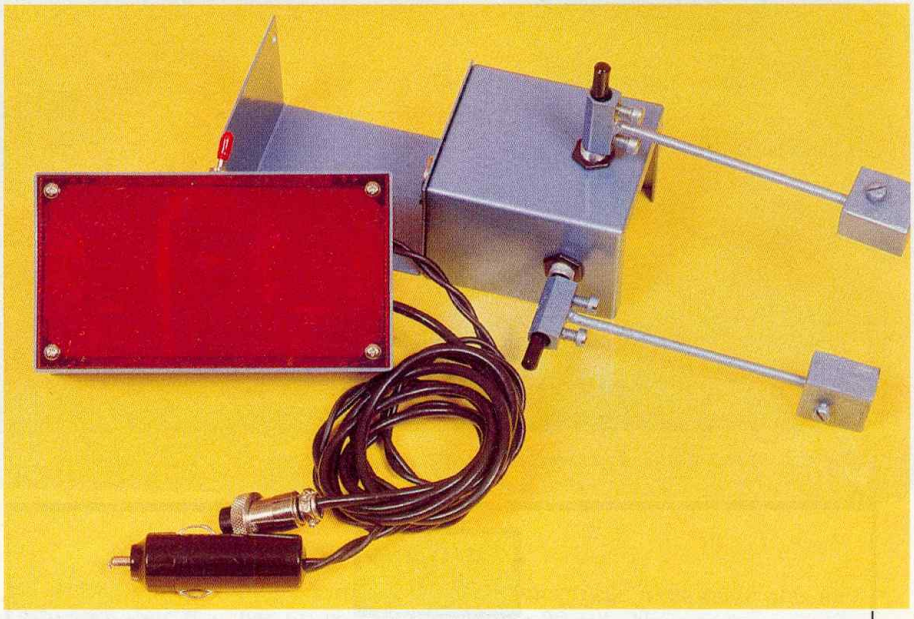
Pour se procurer le matériel FIXFIL, s'adresser à :

– CICADIS : B.P. 3, Le Péage. Dracy-le-Fort, 71640 Givry, tél. : 85.41.31.55.
– TSM : 15,rue des Onze-Arpents, 95130 Franconville, tél. : 34.13.37.52.

UN INDICATEUR D'INCLINAISON

A l'instar des astronefs, qui possèdent un horizon artificiel, nous vous proposons de doter votre véhicule automobile, qu'il soit tout terrain ou non, d'un indicateur d'assiette permettant en somme de vous rendre compte au volant du degré de roulis ou de tangage.

Cet équipement ne figure même pas en option sur bon nombre de véhicules haut de gamme. Alors n'attendez pas pour en équiper votre chère deudeuche.



A – PRINCIPE DU MONTAGE

Au tableau de bord des avions, on trouve un instrument de pilotage particulier destiné à matérialiser une référence de verticale terrestre et permettant au pilote d'apprécier la position de son avion en roulis et en tangage : c'est l'écran d'horizon artificiel. Il est utilisé en particulier pour les approches aux instruments. Rappelons encore que le roulis est le mouvement périodique d'un bord à l'autre que prend un navire sous l'effet du vent ou de la houle ; tandis que le tangage est le mouvement du navire dans le sens de sa longueur (sens du déplacement).

A bord d'un véhicule automobile classique, on peut nettement saisir la notion de pente lorsqu'une route s'élève et que le moteur peine un peu plus. Les routes montagneuses en sont l'exemple le plus concret. On trouve d'ailleurs des panneaux sur le bord de la route lorsque la pente est considérée comme dangereuse ou du moins incite à la prudence. Remarquons au passage que ces indications s'appliquent plus généralement aux descentes, pour lesquelles on indique la déclivité en pourcentage.

Une valeur de 10 % correspond à une dénivellation de 10 mètres pour une distance de 100 mètres.

L'inclinaison latérale d'une automobile stationnée à cheval sur le trottoir est aisément détectée de la même manière. Il nous a semblé amusant ou encore utile de proposer à nos lecteurs un indicateur d'angle de pente bidirectionnel, qu'ils pourront monter sur le tableau de bord de leur véhicule automobile. Le montage est basé sur le principe de Newton (celui qui, selon la légende, a reçu une pomme sur la tête) selon lequel les corps tombent selon une attraction verticale vers le sol. Rappellez-vous le fil à plomb du maçon, qui n'a d'ailleurs pas dû être employé pour la tour de Pise en Italie !

En équipant l'axe d'un potentiomètre d'un mobile assez pesant et en solidarisant le corps du potentiomètre avec la voiture, on peut être assuré que l'axe de celui-ci sera toujours manœuvré de manière à laisser le mobile à la verticale. Ce raisonnement s'applique bien sûr aussi bien pour l'angle du roulis que pour celui du tangage, moyennant un montage mécanique correct. Le déplacement du véhicule est dont traduit par une variation de résistance et, sans trop de mal, par une variation de tension. Il nous restera juste à visualiser correctement la position du potentiomètre par quelques LED plates disposées à la manière d'un mobile articulé en son centre (voir photos).

Un étalonnage soigné est même envisageable avec un peu de patience et par un choix judicieux de la valeur de quelques composants.

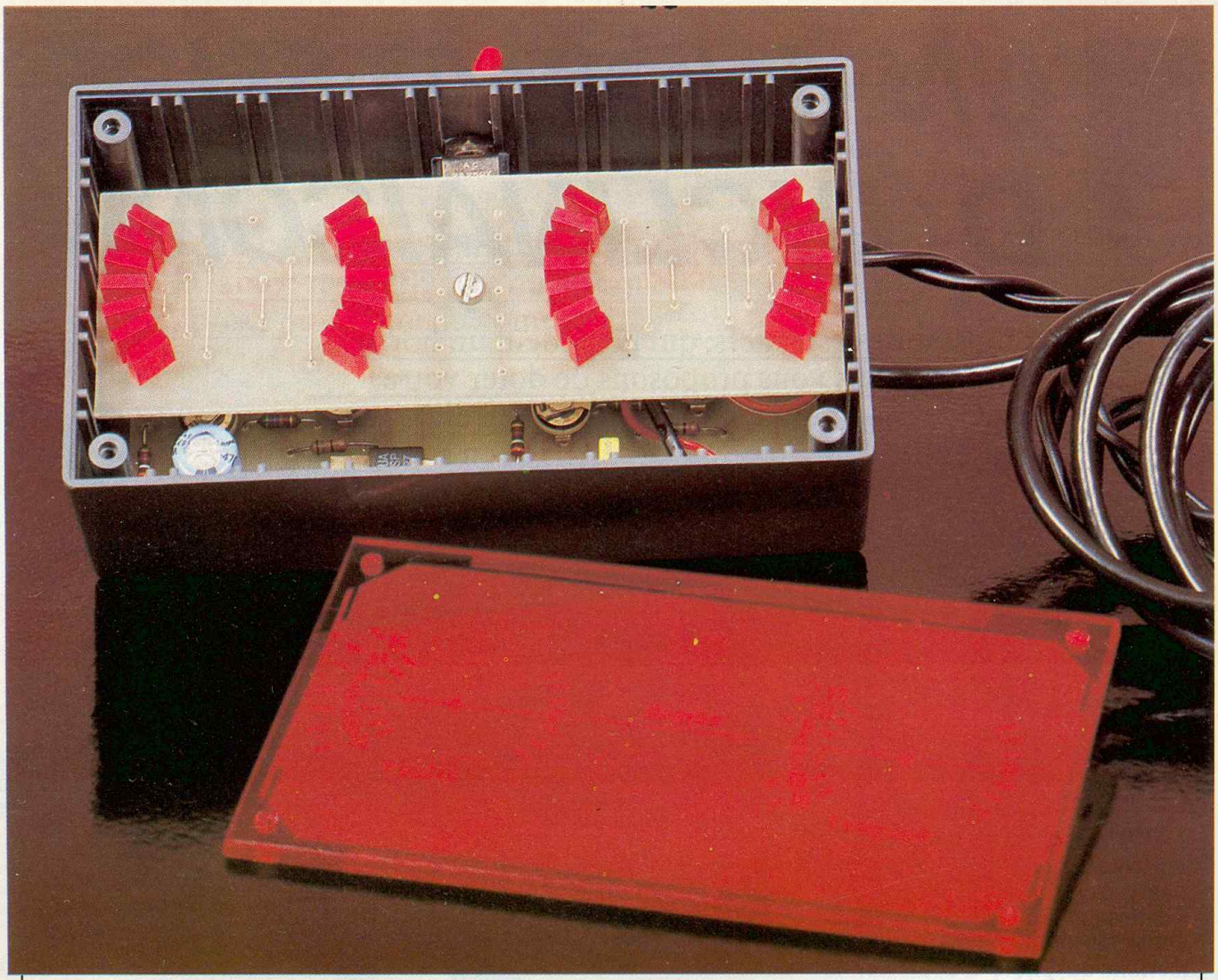


Photo 2. – Présentation du module d'affichage.

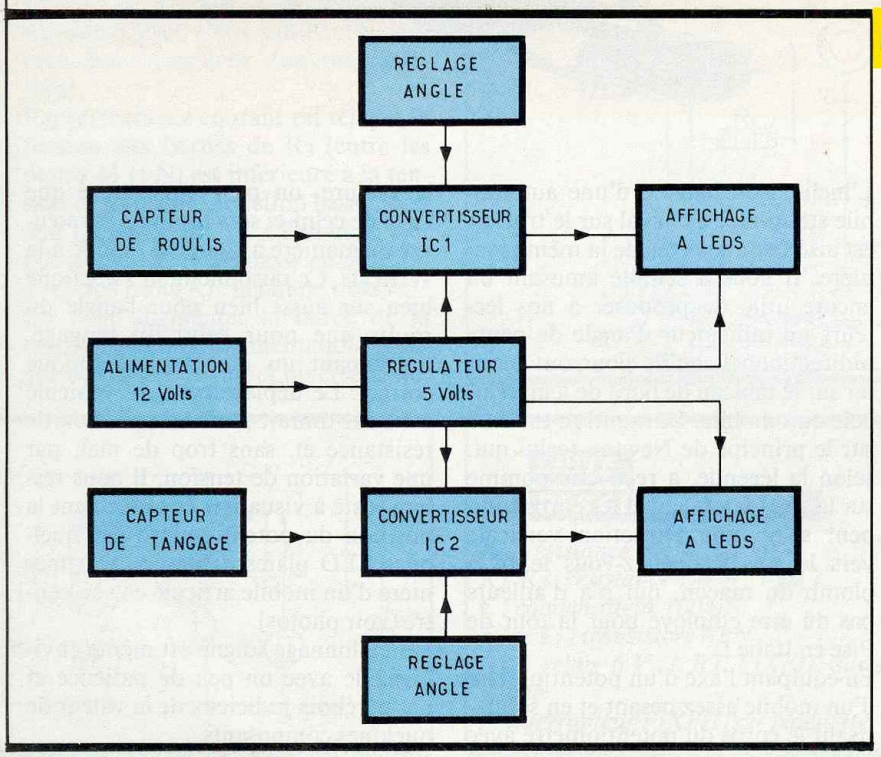


Fig. 1 *Synoptique.*

B – ANALYSE DU SCHEMA ELECTRONIQUE (fig. 2)

Le dispositif étant destiné à fonctionner à bord d'un véhicule automobile, il est clair que la tension sera prélevée sur la batterie, puis ramenée de 12 à 5 V à l'aide d'un classique régulateur 7805 bien connu. Un condensateur chimique C_2 assure un léger lissage sur la sortie.

Le cœur du montage est le circuit intégré LM 3914 de National Semiconductors (NS), qui contient dix comparateurs de tension étagés le long d'une chaîne de résistances de division. Ces résistances ont toutes la même valeur, soit 10 kΩ. Nous signalons au passage qu'il existe le circuit LM 3915 du même constructeur et compatible broche à broche, mais comportant

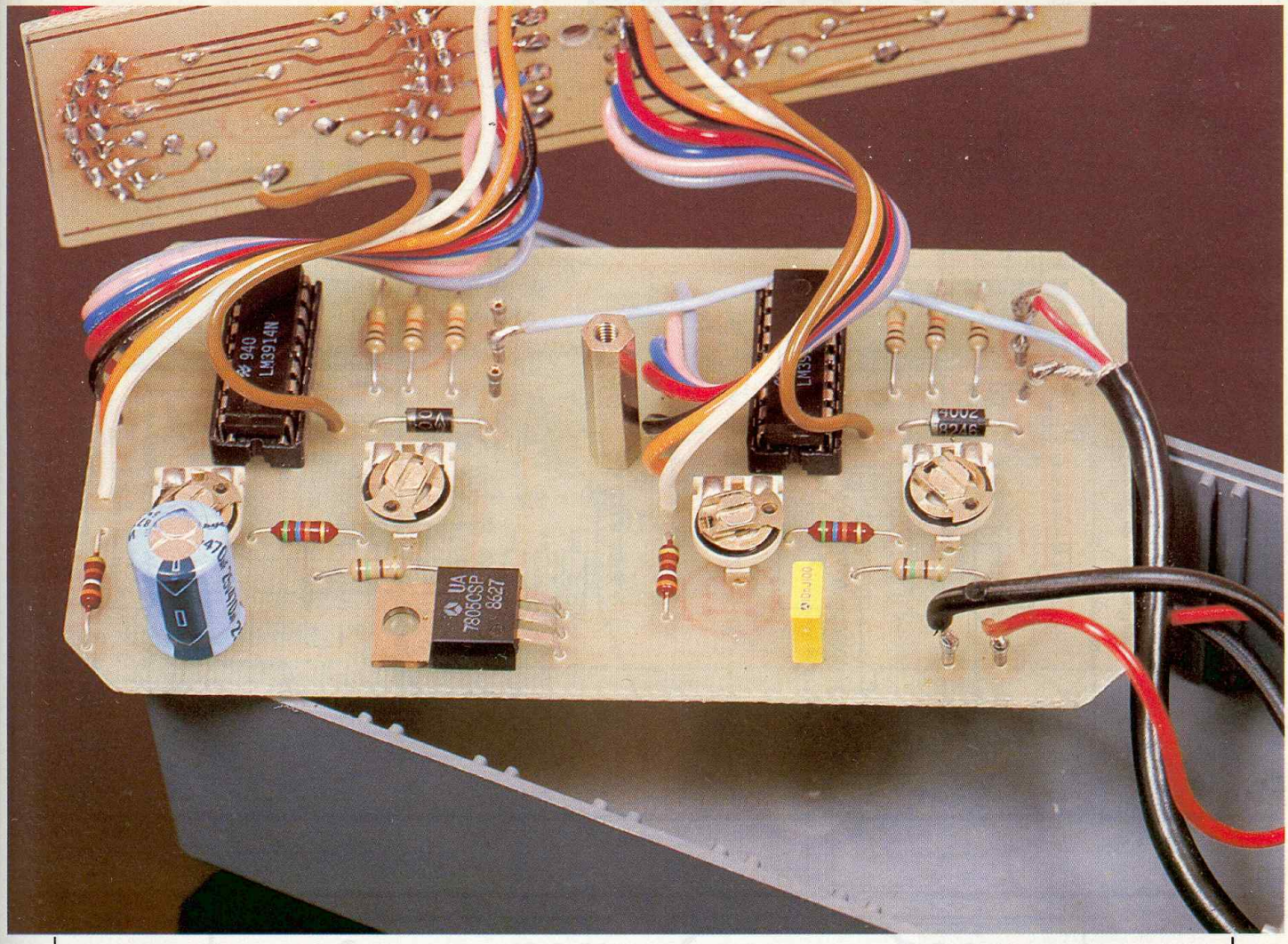


Photo 3. – La carte imprimée principale.

une échelle de résistances à progression logarithmique (valeurs de 410 Ω à 6,63 kΩ). Nous préférons pour notre utilisation le premier modèle, plus facile à étalonner si nécessaire.

Selon la valeur de la tension de référence disponible à cette chaîne (broches 6 et 7), la sortie de l'un des comparateurs basculera dès que la tension prélevée sur le pont diviseur, pour l'entrée noninverseuse, sera approximativement égale à la tension objet de la comparaison. Celle-ci est appliquée à travers la broche 5 à toutes les entrées inverseuses des comparateurs. Le circuit possède dix sorties pour les LED dont les anodes sont communes et reliées à travers la diode D_1 à la tension positive d'alimentation. Cette diode doit protéger le circuit intégré des inversions de polarité.

Vous aurez noté que notre circuit est capable de commander directement les diodes électroluminescentes de l'affichage. Sur IC_1, par un choix et un réglage judicieux des ajustables P_2 et P_3, on peut assurer le découpage de la tension d'entrée en pas réguliers, c'est-à-dire occasionnant une variation de tension très progressive.

Enfin, le plus simple à comprendre est le potentiomètre P_1, notre capteur d'inclinaison dont la tension aux bornes est exactement de 5 V et dont le curseur distribue la valeur à mesurer selon l'angle de roulis ou de tangage. Bien entendu, un modèle de potentiomètre à variation linéaire est préconisé ici. Il est clair que la position médiane du curseur de P_1 doit correspondre à l'allumage de la diode centrale, à savoir L_4 et L_{11} sur le schéma. En réalité, ces diodes sont montées deux par deux en série, pour simuler plus parfaitement la rotation d'un curseur linéaire. La consommation du circuit intégré est fort modeste puisqu'elle n'est guère plus élevée que 20 mA. Nous avons omis de signaler que le mode point (une LED à la fois) est préconisé ici, et cela se réalise en ne reliant pas la broche au niveau positif de l'alimentation. L'autre mode est le mode barre ou échelle de LED (on parle de DOT/BAR).

C – REALISATION PRATIQUE

La réalisation du montage est aisée si vous utilisez les circuits imprimés proposés aux **figures 3** et **4.** Leur réalisation ne doit poser aucun problème insurmontable et, si vous faites vos premières armes, nous ne saurions trop vous conseiller de lire un article traitant de ce sujet dans *Electronique Pratique* du mois de novembre 1988.

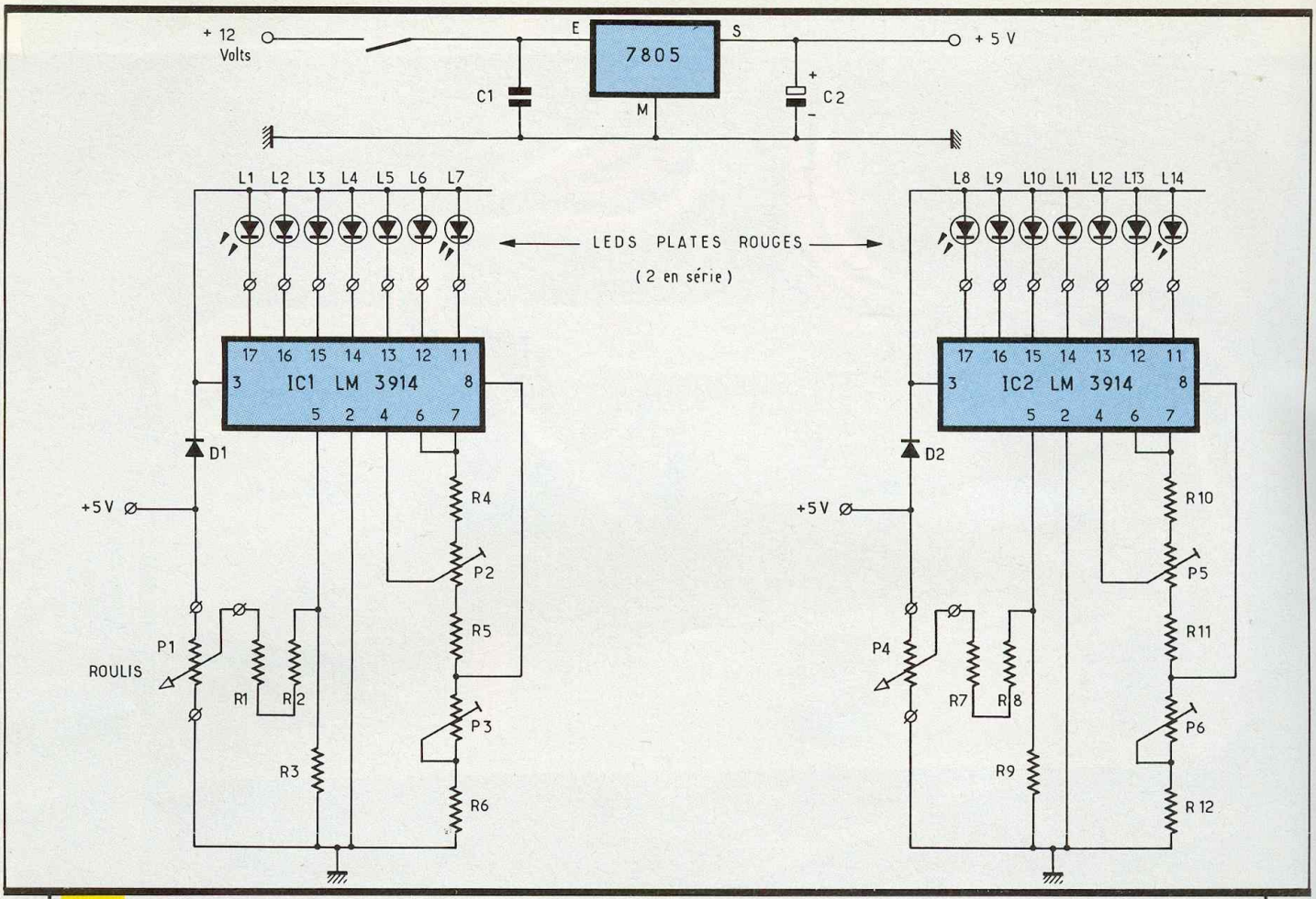
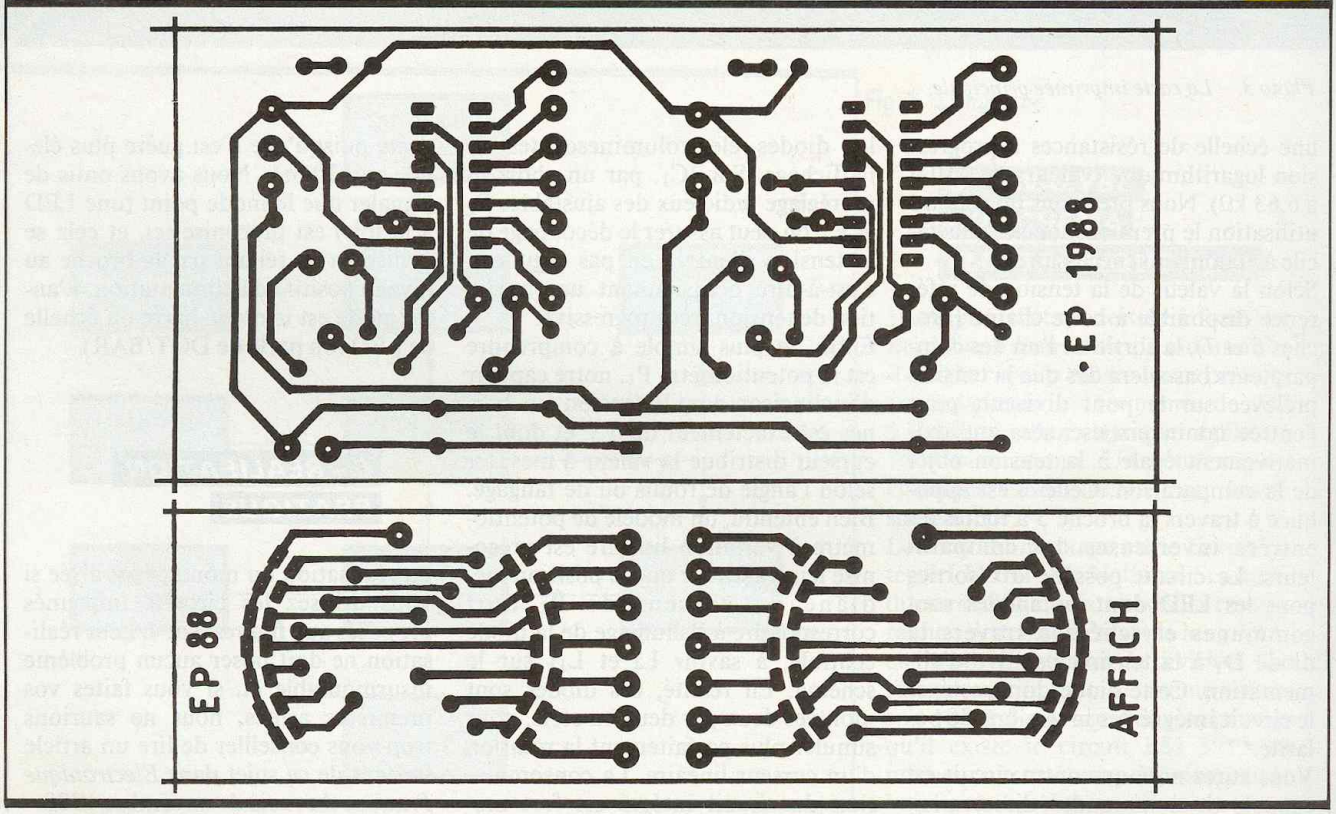
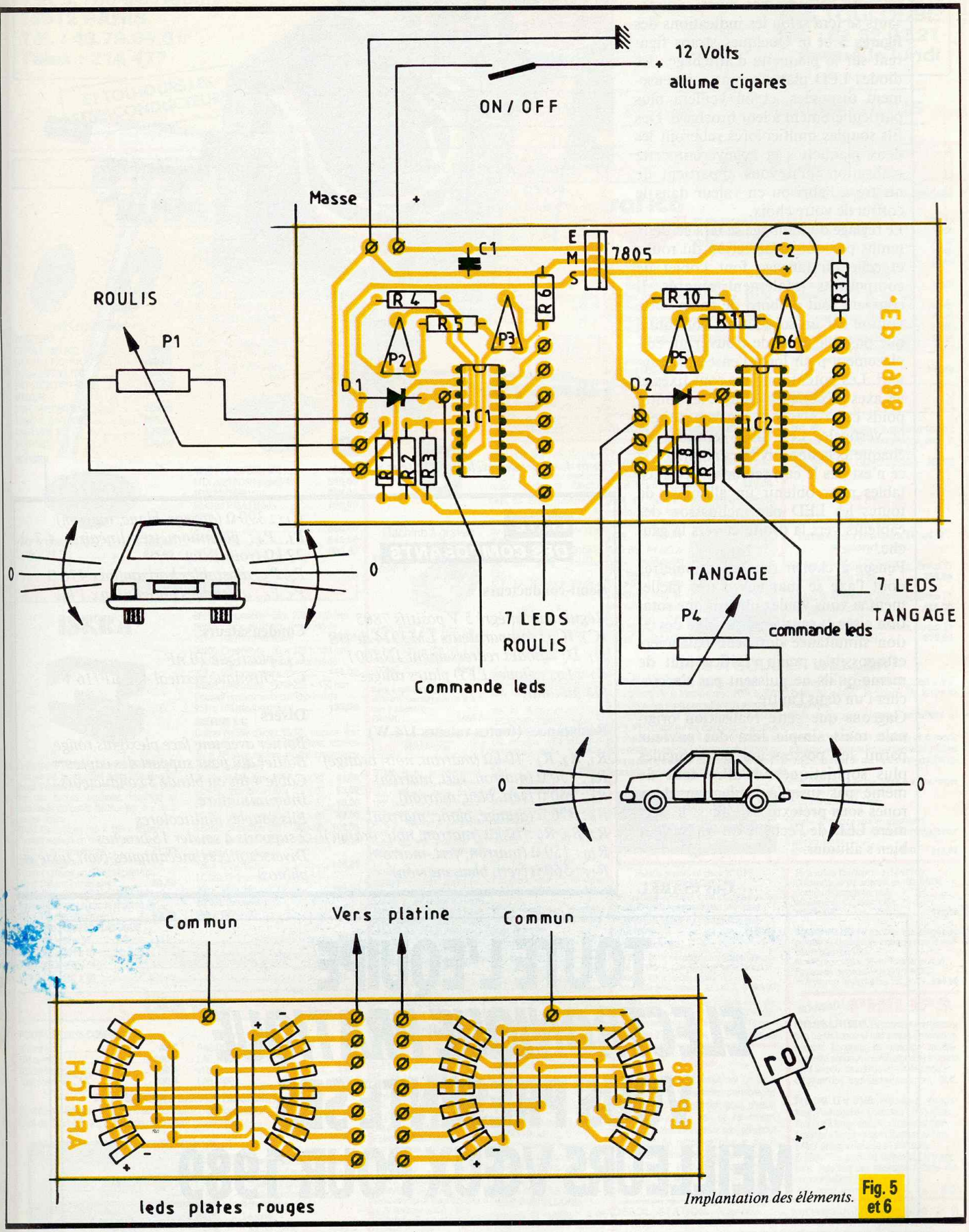


Fig. 2 *Schéma de principe.*

Tracés des circuits imprimés à l'échelle. **Fig. 3 et 4**





Implantation des éléments. **Fig. 5 et 6**

La mise en place des divers composants se fera selon les indications des **figures 5** et **6.** Quelques straps figurent sur la plaquette d'affichage ; les diodes LED plates seront soigneusement disposées, et on veillera plus particulièrement à leur brochage. Des fils souples multicolores relieront les deux plaquettes et achèveront cette réalisation qu'il vous appartient de mettre à l'abri ou en valeur dans le coffret de votre choix.

Le réglage du montage se fera en deux temps puisque la détection du roulis et celle du tangage font l'objet de composants totalement séparés. Il convient tout d'abord de garer votre voiture sur un sol le aussi horizontal que possible, puis de trouver un emplacement pour loger l'ensemble capteur. Les potentiomètres sont fixés et les axes placés à mi-course, les contre poids étant placés et réglés ensuite à la verticale. Les LED centrales de chaque échelle doivent s'allumer ; si ce n'est pas le cas, retoucher les ajustables pour obtenir un allumage de toutes les LED par inclinaison des capteurs vers la droite et vers la gauche.

Pensez à choisir des potentiomètres dont l'axe se manœuvre très facilement si vous voulez obtenir une rotation aisée et sans à-coups. Une déviation simultanée des deux balanciers est possible, mais vérifiez tout de même qu'ils ne puissent pas s'accrocher l'un dans l'autre.

Gageons que cette réalisation originale mais simple fera des envieux parmi les possesseurs de véhicules plus sophistiqués. N'allez tout de même pas jusqu'à rouler sur deux roues sous prétexte de voir si la dernière LED de l'échelle du roulis veut bien s'allumer.

Guy ISABEL

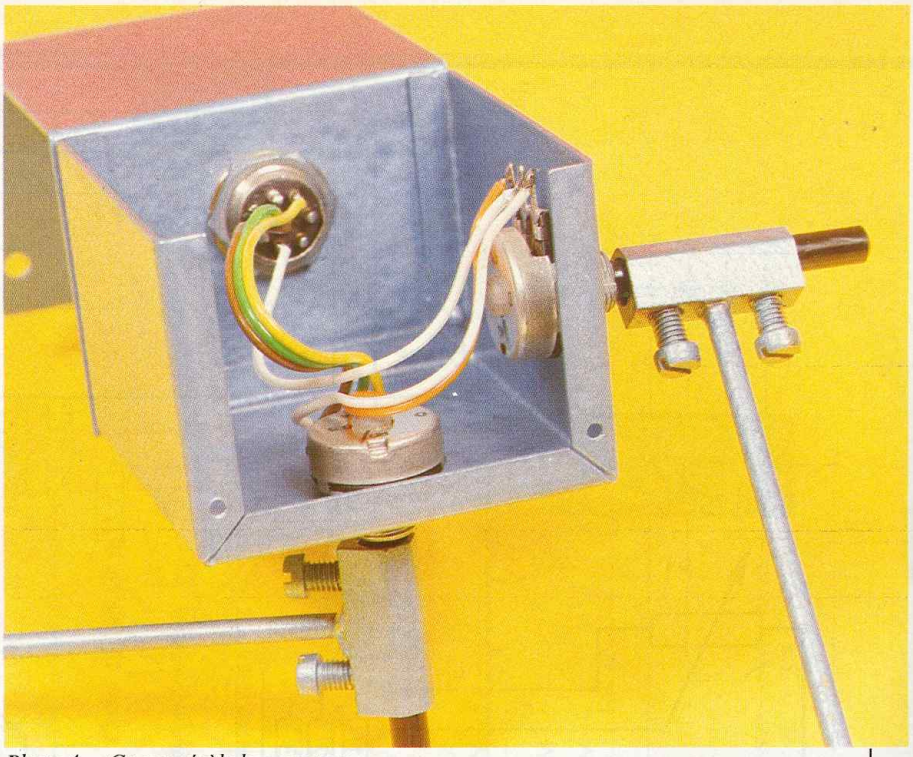


Photo 4. – Ce que révèle le « capteur ».

LISTE DES COMPOSANTS

Semi-conducteurs

Régulateur intégré 5 V positifs 7805
IC_1, IC_2 : comparateurs LM3914 de NS
D_1, D_2 : diodes redressement 1N4001
L_1 à L_{14} : diodes LED plates rouges (28 au total)

Résistances (toutes valeurs 1/4 W)

R_1, R_2, R_3 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_4 : 150 Ω (marron, vert, marron)
R_5 : 560 Ω (vert, bleu, marron)
R_6 : 390 Ω (orange, blanc, marron)
R_7, R_8, R_9 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_{10} : 150 Ω (marron, vert, marron)
R_{11} : 560 Ω (vert, bleu, marron)
R_{12} : 390 Ω (orange, blanc, marron)
P_1, P_4 : potentiomètres linéaires 4,7 à 22 kΩ (voir texte)
P_2, P_5 : ajustables horizontaux 470 Ω
P_3, P_6 : ajustables horizontaux 1 kΩ

Condensateurs

C_1 : plastique 10 nF
C_2 : chimique vertical 470 µF/16 V

Divers

Boîtier avec une face plexiglas rouge
Boîtier alu pour support des capteurs
Câble 4 fils ou blindé 3 conducteurs
Inter miniature
Fils souples multicolores
2 supports à souder 18 broches
Diverses pièces mécaniques (voir texte et photos)

TOUTE L'EQUIPE
ELECTRONIQUE PRATIQUE
VOUS PRESENTE SES
MEILLEURS VŒUX POUR 1989

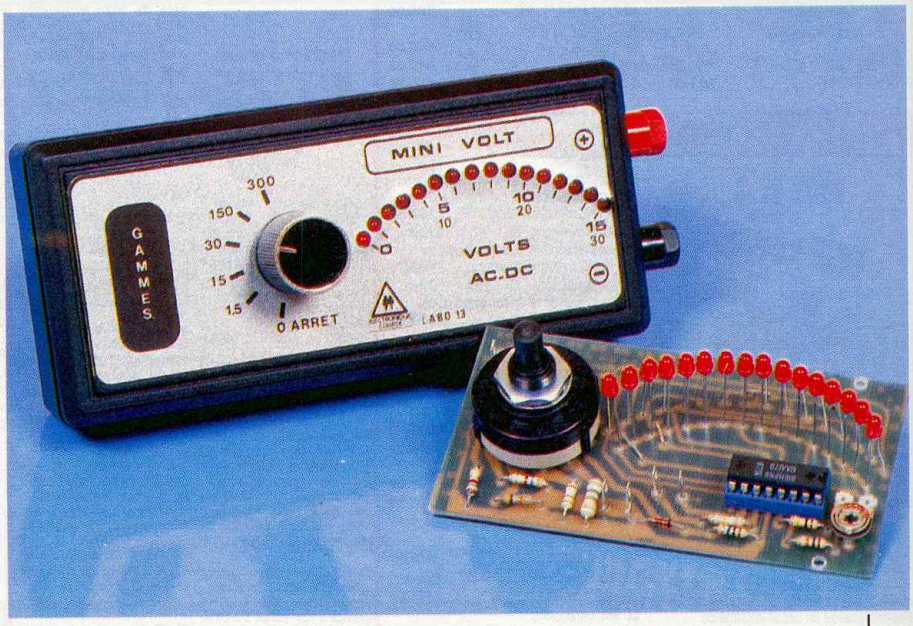
MESURES

LABO 13
MINI-VOLTMETRE

Voltmètre de poche à diodes DEL. Autonome, compact et de faible coût, cet appareil remplacera avantageusement le traditionnel testeur de continuité en usage dans de nombreux établissements scolaires et introduit la mesure de tension crête alternative en instantané.

ELECTRONIQUE COLLEGE

Cette réalisation s'inscrit dans la gamme des projets électroniques pour la « Techno » développés par Electronique Collège et reproductible au niveau des classes scolaires, en substitution à l'obsolète « sonnette ».



CARACTERISTIQUES

- Alimentation par pile : consommation 30 mA.
- Affichage à 16 diodes électroluminescentes.
- Tensions continues et alternatives de 0,1 à 300 V en 5 gammes.
- Précision 5 %, linéarité 1 %.
- Mesure des tensions crête par « balayage ».
- Réponse en fréquence supérieure à 100 kHz.
- Impédance d'entrée élevée.

LE PRINCIPE DES KITS « ELECTRONIQUE COLLEGE »

Dans un but éducatif, « Electronique Collège » offre un choix de deux possibilités pour la réalisation du montage.

1er choix : réalisation du circuit imprimé par vous-même.

Vous trouverez ci-joint un dessin du circuit imprimé à l'échelle 1. Celui-ci, à l'aide de la méthode Transpage, vous permettra de réaliser votre circuit sur laque présensibilisée. Vous pouvez aussi sensibiliser une plaque cuivrée à l'aide d'une résine photosensible en aérosol. Dans les deux cas, il est prudent d'étamer le circuit après gravure et rinçage.

2e choix : utilisation du circuit imprimé « Electronique Collège ».

Un circuit imprimé, fourni en verre époxy de 16/10e, est livré côté cuivre recouvert d'un vernis appelé épargne. Ceci présente les avantages suivants :

- risques de court-circuit entre pistes lors de l'opération de soudure réduits au minimum ;
- protection des pistes en cuivre contre l'oxydation ;
- aide au repérage des pastilles à l'aide d'un quadrillage réalisé dans le vernis épargne.

En outre, ce circuit est étamé, ce qui facilite le travail lors du soudage des composants.

Que vous ayez choisi la 1re ou la 2e méthode, il ne vous reste qu'à percer le circuit et souder les composants.

a) Perçage : 1,3 mm pour les grandes pastilles rondes, 0,9 mm pour toutes les autres pastilles.

b) Montage : le repérage des composants se fait sur une grille quadrillée au pas de 2,54 mm. Les ordonnées sont repérées en a, a', b, b', c, c', d, d'... Les abscisses en 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8... Pour chaque composant, les coordonnées données dans le tableau de montage vous permettent de le positionner à coup sûr correctement.

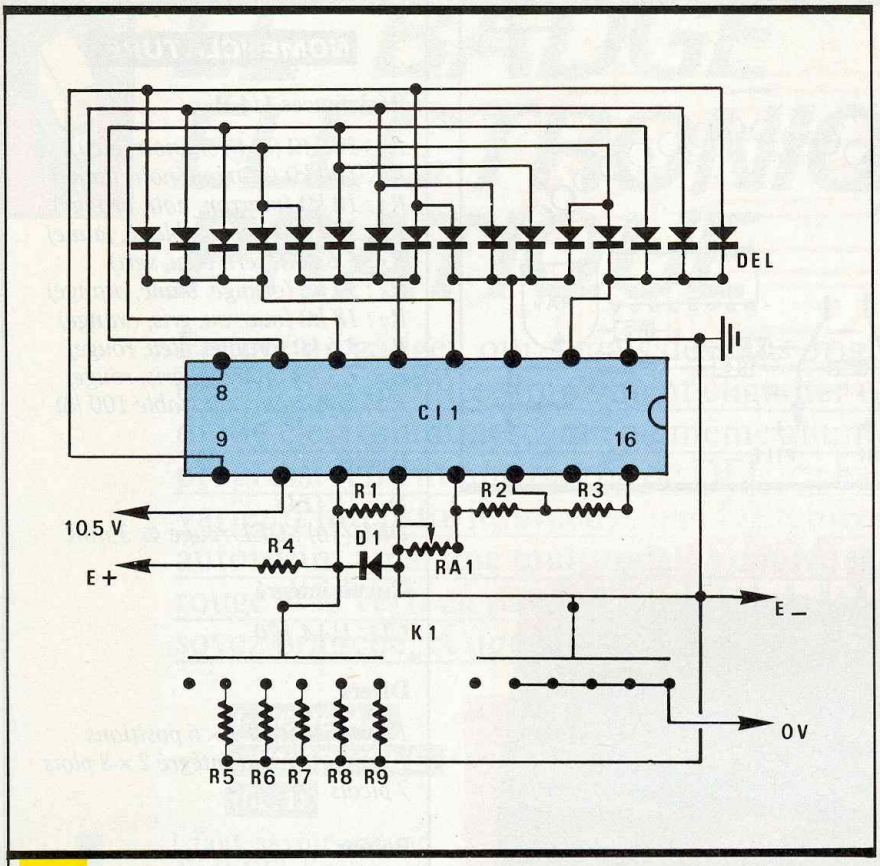


Fig. 1 *Schéma de principe.*

SCHEMA DE PRINCIPE

La **figure 1** permet de comprendre le fonctionnement de l'ensemble.
Le circuit intégré CI_1 est utilisé en amplificateur linéaire. Il commande l'une après l'autre 16 diodes électroluminescentes avec une réponse extrêmement rapide qui permet même de mesurer une tension périodique. Exemple la modulation audio.
Cette particularité le distingue largement des autres appareils à aiguille ou même digitaux pour lesquels il est impossible de lire une valeur instantanée.
La diode D_1 élimine la composante négative et protège l'entrée du circuit intégré. La résistance RA_1 permet d'ajuster avec précision la pleine échelle.
La mise en route et les différents calibres sont sélectionés par le commutateur K1. L'alimentation du circuit nécessite une tension minimale de 9 V. Une pile du type « alcaline » assure normalement ce service. Toutefois, pour utiliser en totalité une pile ordinaire, le circuit prévoit l'emplacement d'une deuxième batterie de 1,5 V montée en série et du type LR 03.

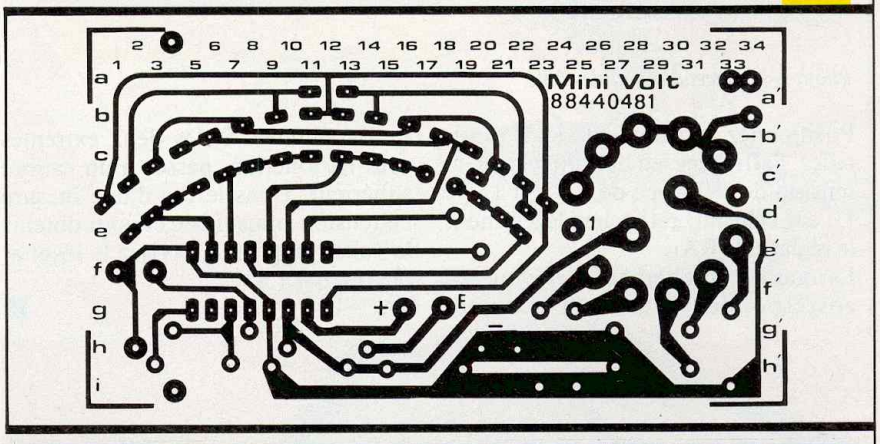
MONTAGE

Il n'y a pas de difficultés particulières pour le câblage de ce montage. Les composants sont placés du côté non cuivré, le plus près possible du circuit. Soudez successivement les résistances, le support de CI, le commutateur et les DEL. Veillez aux polarités des diodes et des DEL.
Effectuez le câblage dans l'ordre indiqué en annexe en vous aidant du schéma d'implantation de la **figure 2.**

MISE EN ROUTE

Après une dernière vérification, l'ensemble est prêt à fonctionner. Alimentez à l'aide d'une source de tension égale à 10 V en respectant les polarités. Positionnez le calibre sur 1,5 V, reliez l'entrée à une tension continue de référence égale à 1,5 V et ajustez la résistance RA_1 de façon à obtenir l'allumage de la 16e diode DEL.

Tracé du circuit imprimé. **Fig. 2**



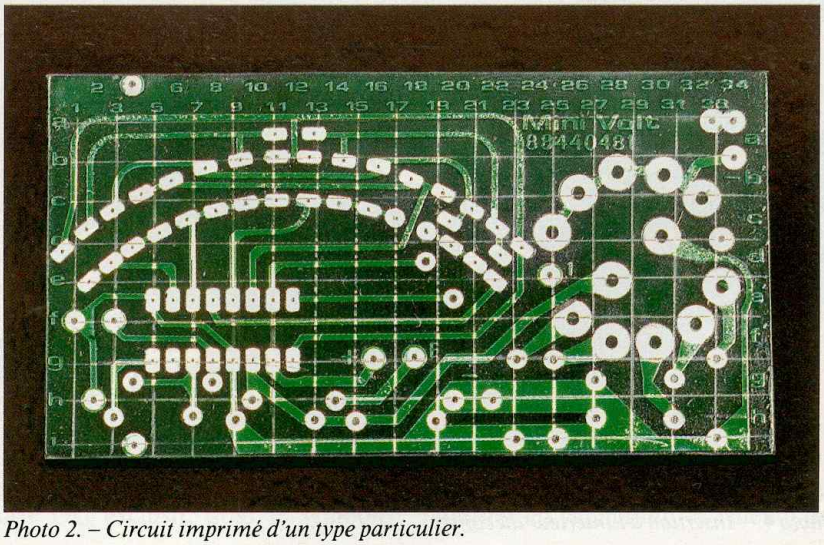
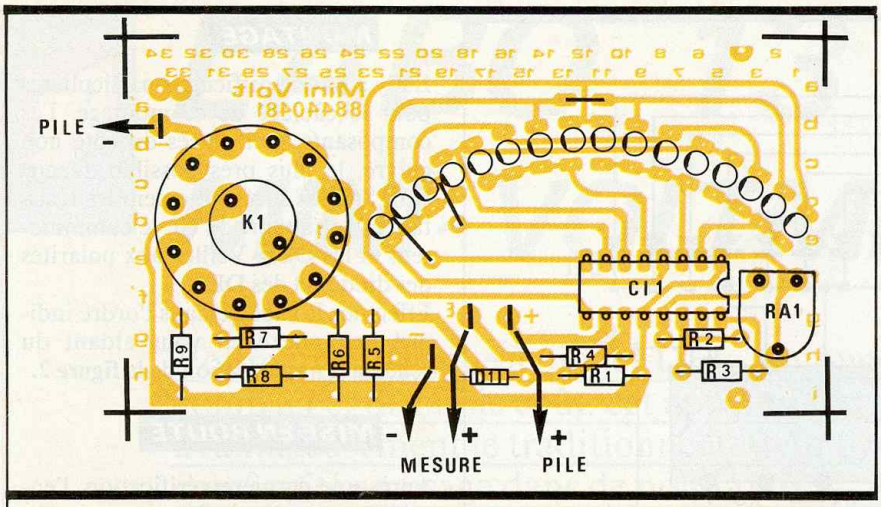


Photo 2. – Circuit imprimé d'un type particulier.



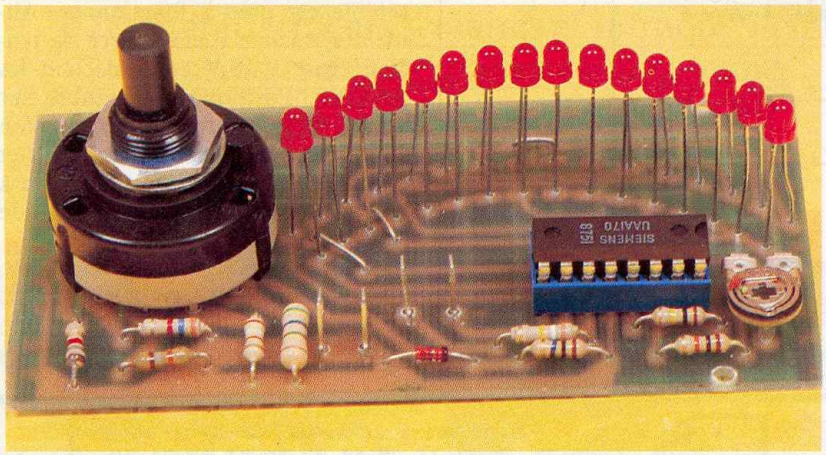


Photo 3. – Aspect du module câblé.

Positionnez le calibre sur 15 V et vérifiez l'affichage en faisant varier la tension de référence de 1,5 V à 15 V. Le cas échéant, retouchez légèrement le réglage de RA_1.
La mesure en alternatif s'effectue en correspondance avec la dernière diode allumée. Si les deux extrêmes sont en fonction, passez à un calibre supérieur. Dans le cas d'une mesure en tension sinusoïdale et pour obtenir la valeur moyenne, divisez le résultat obtenu par 1,41. ■

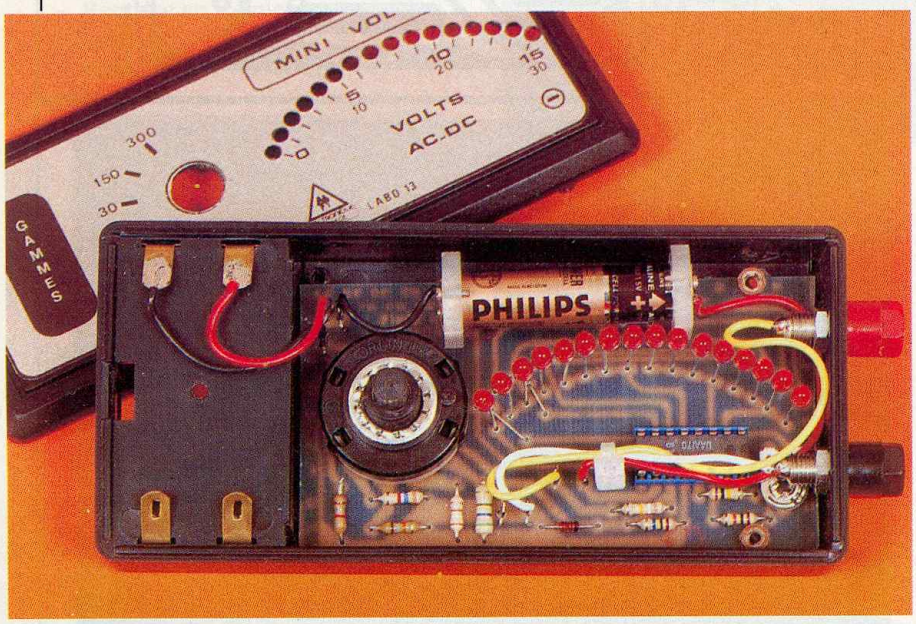


Photo 4. – Insertion à l'intérieur du coffret.

NOMENCLATURE

Résistances 1/4 W

R_1 : 10 MΩ (marron, noir, bleu)
R_2 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_3 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_4 : 390 kΩ (orange, blanc, jaune)
R_5 : 5,6 MΩ (vert, bleu, vert)
R_6 : 39 kΩ (orange, blanc, orange)
R_7 : 18 kΩ (marron, gris, orange)
R_8 : 3,6 kΩ (orange, bleu, rouge)
R_9 : 1,8 kΩ (marron, gris, rouge)
RA_1 : résistance ajustable 100 kΩ

Diodes

D_1 : 1N4148
DEL (16) : DEL rouge ∅ 3 mm

Circuit intégré

CI_1 : UAA 170

Divers

1 commutateur 2 × 6 positions
1 support circuit intégré 2 × 8 plots
7 picots

Boîtier

1 boîtier avec logement pile 9 V
1 borne rouge
1 borne noire
1 bouton ∅ 6 intérieur
1 gravure
1 pile 9 V alcaline

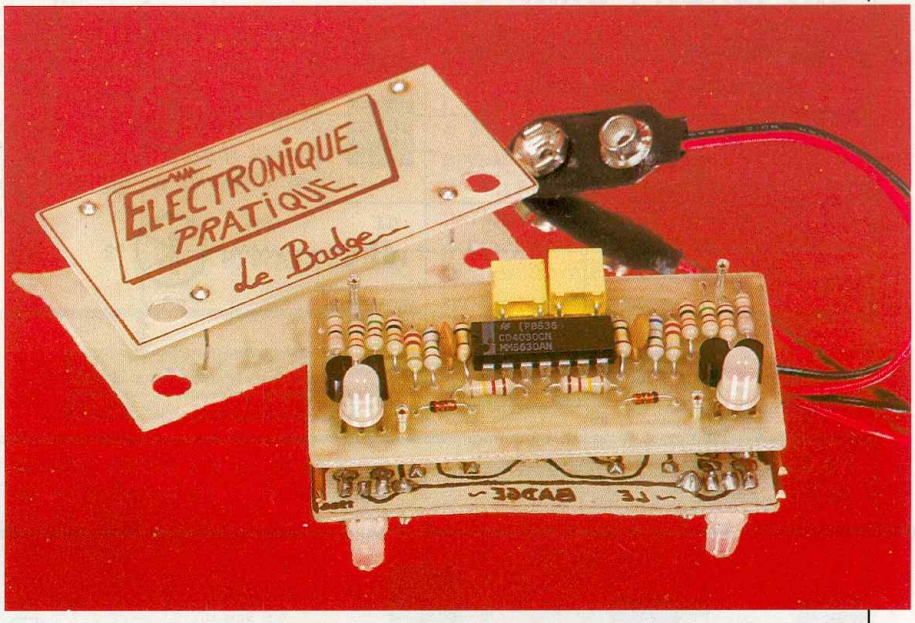
Faites-nous part de vos expérimentations personnelles en nous soumettant une maquette électronique

ELECTRONIQUE PRATIQUE
2, rue de Bellevue
75019 Paris

GADGETS

LE BADGE ELECTRONIQUE PRATIQUE

Encore un gadget, oui... mais des plus originaux car, au lieu de faire simplement clignoter une diode électroluminescente ou même allumer progressivement une rampe de DEL, ce badge fera varier d'intensité lumineuse une DEL bicolore, autorisant ainsi une multitude de couleurs entre le rouge et le vert, en passant par le jaune. Alors soyez branché, et que la lumière soit !



I. SCHEMA SYNOPTIQUE (fig. 1)

Il faut savoir qu'une diode DEL bicolore est constituée d'une diode DEL rouge et d'une DEL verte dans le même boîtier. En agissant sur la polarisation de chaque diode, on agit sur leur intensité lumineuse, mais aussi sur le mélange des couleurs (entre rouge et vert). Ainsi naît l'idée de commander chaque diode par un signal triangulaire, de fréquence lente pour visualiser la variation. Le hasard et le temps combineront ces deux signaux et permettront le mélange des couleurs.

La génération d'un signal triangulaire est assurée par un intégrateur, associé à un détecteur de seuil (« trigger »). En sortie de l'intégrateur, on relève un signal triangulaire et, en sortie du « trigger », un signal carré. On commande la DEL à travers un générateur de courant, assez sommaire, qui fera varier l'intensité dans la DEL et également sa diffusion lumineuse. On dédouble ce montage car la DEL est bicolore, à quelques variantes près (courant I, fréquence).

II. SCHEMA DE PRINCIPE (fig. 2)

Le schéma de principe est presque aussi simple que le synoptique. Pour avoir un montage compact, on a choisi de réaliser l'intégrateur et le « trigger » avec des portes C-MOS. Le « trigger » est réalisé à l'aide d'une porte OU exclusif, montée en suiveur, de trois résistances et d'une diode. La diode autorise deux seuils non symétriques, nécessaires pour le générateur de courant. L'intégrateur est réalisé par une porte OU exclusif, montée en inverseur, associée à une résistance et deux condensateurs dont un de compensation (C_1 ou C_3), nécessaire pour entretenir l'oscillation. Ainsi donc, avec quatre portes OU exclusif, donc un circuit intégré, on réalise deux générateurs de signal triangulaire. La **figure 3** complète l'analyse par quelques rappels sur la porte OU exclusif, dont le symbole actuel utilisé. Grâce aux portes OU exclusif, on a pu utiliser un seul circuit intégré au lieu de deux.

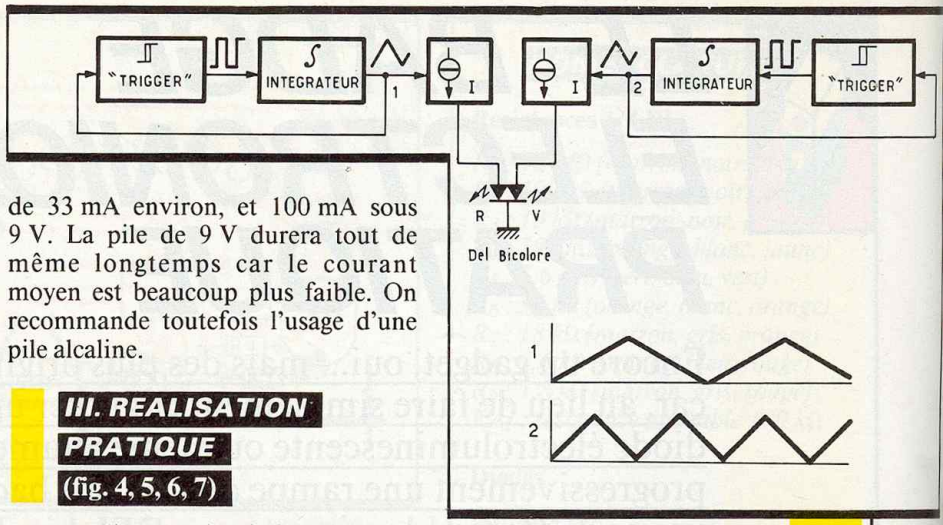
Le générateur de courant utilise un simple transistor. Au Vbe près, on retrouve aux bornes des résistances d'émetteur la différence de tension entre celle d'alimentation et celle du signal triangulaire, donc également une tension variant linéairement. Une des diodes sera ainsi commandée par le courant de collecteur, proportionnel à cette tension divisée par la valeur de la résistance d'émetteur, qui varie lui aussi linéairement.

Les valeurs des composants assurent deux fréquences très lentes, légèrement diférentes. Il sera possible de les modifier en changeant les valeurs de

R_4,C_2 ou R_{10},C_4. Le plus simple est de changer la résistance considérée. Il est possible de modifier l'intensité lumineuse en agissant sur R_6 ou R_{12}, mais il faudra éviter de descendre sous 33 Ω. Si l'envie vous prend, il est également possible d'augmenter le nombre de diodes. Il suffit de reproduire le nombre de fois désiré le montage (R, T, Ra, D) précisé à droite de la figure. La réalisation double déjà la visualisation.

De plus, en inversant la diode bicolore, vous inverserez la variation lumineuse. Quand une diode sera rouge, l'autre sera verte... Expérimentez alors d'autres valeurs pour R_6 et R_{12}.

En respectant les valeurs choisies, le badge fonctionne de 4 V à 15 V. A 4 V, la consommation maximale est de 33 mA environ, et 100 mA sous 9 V. La pile de 9 V durera tout de même longtemps car le courant moyen est beaucoup plus faible. On recommande toutefois l'usage d'une pile alcaline.



Synoptique de fonctionnement. **Fig. 1a et 1b**

III. REALISATION PRATIQUE (fig. 4, 5, 6, 7)

Pour réaliser le circuit imprimé, on utilisera une plaque de verre époxy, de 60 × 30 mm. On en trouvera le

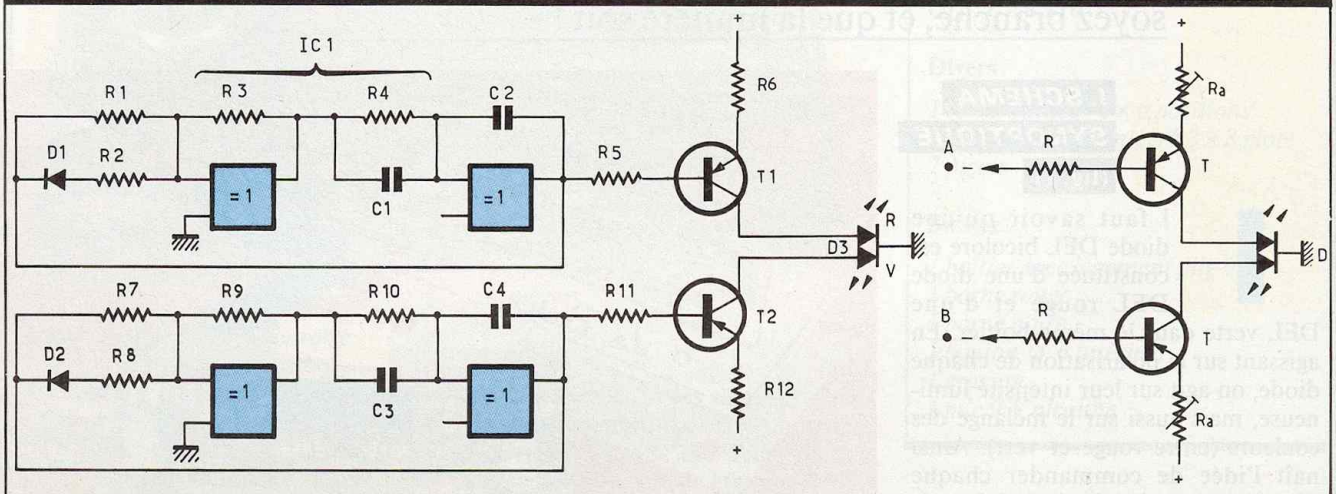
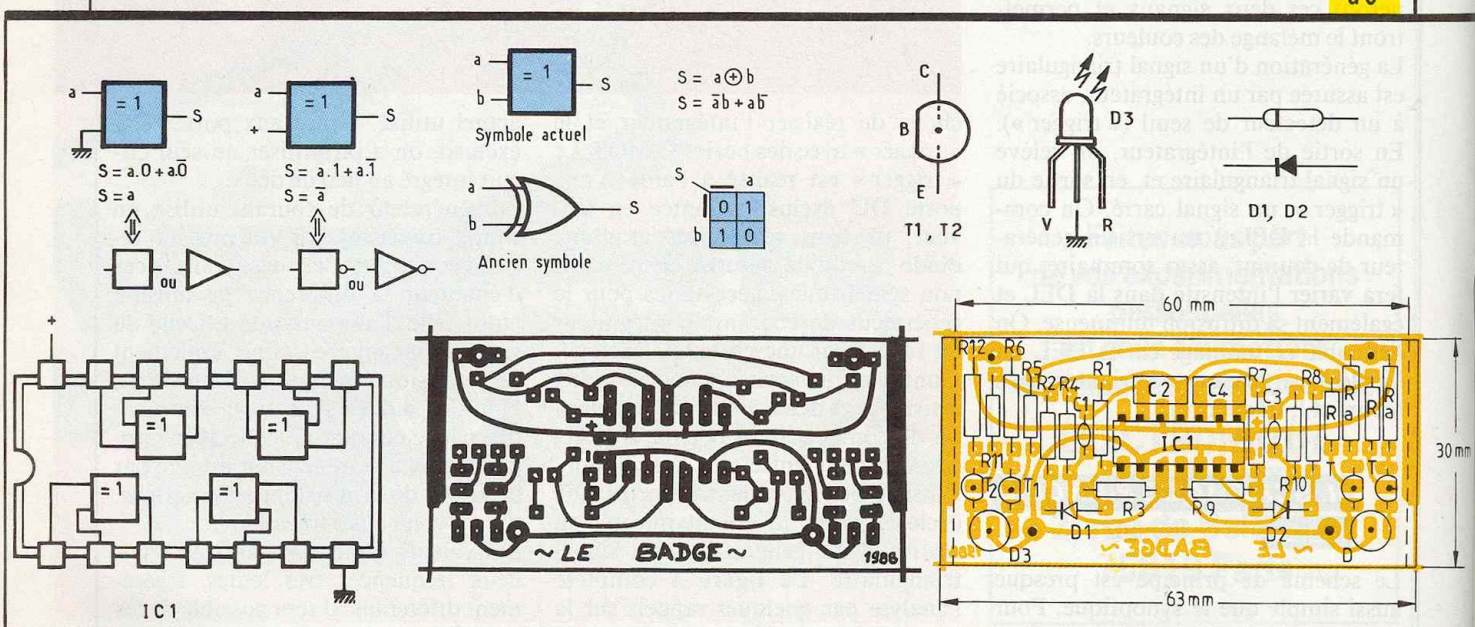


Fig. 2a et 2b *Schéma de principe.*

Quelques explications complémentaires. **Fig. 3 à 6**



tracé des faces composants et face cuivre respectivement aux **figures 5 et 6.** On reproduira le tracé du circuit sur le côté cuivre, en utilisant une des nombreuses méthodes couramment décrites, en veillant bien à ne pas tirer le circuit à l'envers !
Après le transfert du tracé, on passe à la gravure dans un bain de perchlorure de fer porté à 48 °C pour une action rapide. Il ne reste plus qu'à rincer le circuit, le sécher, le percer (trous de 0,8 à 1 mm) et le protéger par un vernis protecteur, ou un étamage qui constitue le fin du fin !

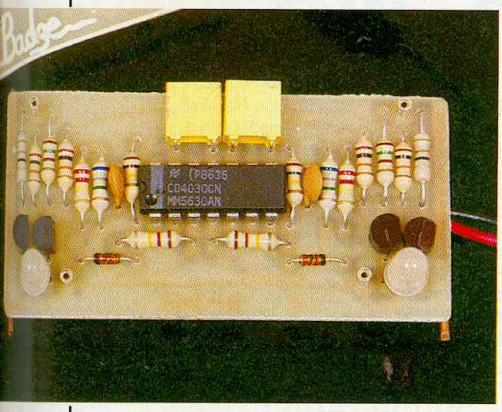


Photo 2. – Le montage s'articule autour d'un seul circuit intégré.

On implante alors les composants dans l'ordre habituel : résistances, condensateurs, diodes, transistors, circuit intégré (soudé pour un gain de place). Le brochage des semi-conducteurs est précisé en **figure 4.**

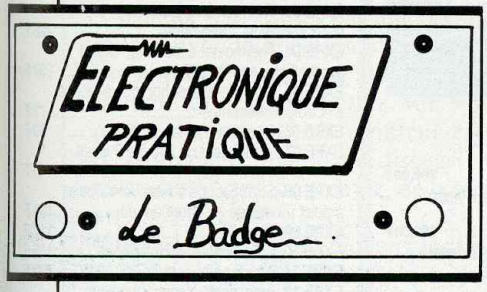
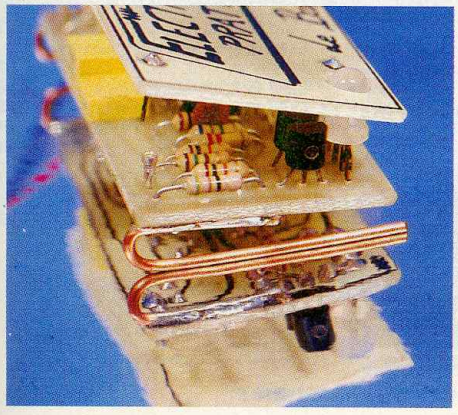


Photo 3. – Astucieux dispositif d'accrochage.



En **figure 7,** un cache qui pourra être réalisé en époxy, comme un circuit imprimé, pour préciser l'intitulé. Il se fixera sur le circuit principal par des cosses support tulipe. Il pourra le cas échéant jouer le rôle d'interrupteur de mise sous tension, bien que le plus simple soit de déconnecter la pile.
Les zones cuivrées sur le côté du circuit principal permettent de souder deux « pinces », réalisées en fil rigide étamé. On pourra ainsi fixer le badge sur la poche de sa veste et cacher la pile à l'intérieur de cette même poche. A remarquer que les fils d'alimentation sont soudés côté cuivre, sous IC_1, sur les deux pastilles prévues, sans commettre d'erreur de polarité.

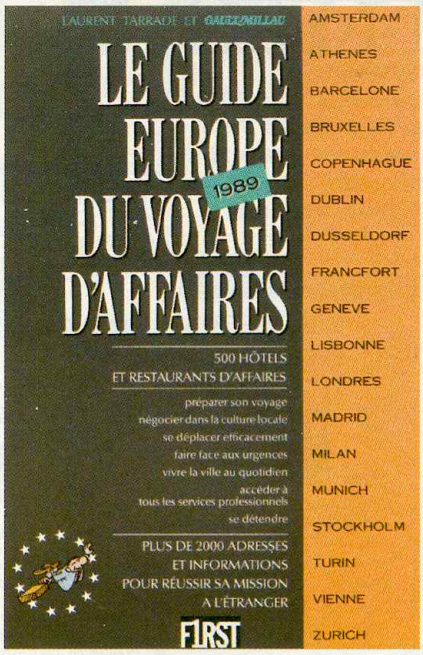
CONCLUSION

Il est possible d'utiliser ce montage en badge, de dissocier les DEL pour cacher l'électronique (ce qui est un peu dommage, car elle aussi mettra en valeur l'originalité de votre réalisation), de le monter dans sa voiture (pour égayer les enfants turbulents !), ou pour avoir un voyant original sur sa sonnette ou sa dernière réalisation, ou...

P. WALLERICH

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

R_1, R_7 : 100 kΩ 1/4 W
R_2 : 220 kΩ 1/4 W
R_4 : 6,8 MΩ 1/4 W
R_5 : 10 kΩ 1/4 W
R_6 : 150 Ω 1/2 W
R_3, R_9 : 120 kΩ 1/4 W
R_8 : 220 kΩ 1/4 W
R_{10} : 6,8 MΩ 1/4 W
R_{11} : 10 kΩ 1/4 W
R_{12} : 51 Ω 1/2 W
C_1 : 0,15 µF plastique
C_2 : 0,22 µF plastique
D_1, D_2 : 1N4148
D_3 : DEL bicolore 5 mm
T_1, T_2 : BC308A, BC251A
IC_1 : CD4030B
R : 10 kΩ 1/4 W
T : BC308A, BC251A
D : DEL bicolore
Ra : 33 Ω à 470 Ω 1/2 W
1 plaque époxy 30 × 60 mm (2 si cache)
1 connecteur pour pile 9 V
Picots supports tulipe, soudure...



LE GUIDE EUROPE DU VOYAGE D'AFFAIRES

Laurent Tarrade et Gault et Millau

• **Toutes les informations pour préparer votre voyage**
Avion ou train ? Lunettes de soleil ou parapluie ? Ambassades et offices économiques. Formalités douanières. Unités de mesure. Change et monnaie locale.
• **Tous les atouts pour comprendre la ville**
Location de voitures. Taxi ou métro ? Où trouver de l'essence à minuit ? Heures d'ouverture des banques. Représentations officielles et organismes locaux. Dates des foires et manifestations.
• **Tous les moyens de réussir votre mission**
Us et coutumes en affaires. Correspondance commerciale. Pourboires. Services d'affaires. Où trouver un avocat francophone ? Location de bureaux et de secrétariat.
• **Toutes les astuces pour vivre au quotidien**
Où faire soigner une rage de dents en français ? Presse économique et de loisir. Quelles chaînes TV ? Où faire du shopping ? Sites touristiques. Sortir le soir. Sports à voir et pratiquer.
• **Hôtels et restaurants d'affaires : nos coups de cœur**
First et Gault et Millau ont sélectionné 500 adresses pour réussir votre séjour et vos repas d'affaires.
Editions « First », Prix 130 F.
11, villa Thoreton, 75015 Paris. Tél. : (1) 40.60.90.49.

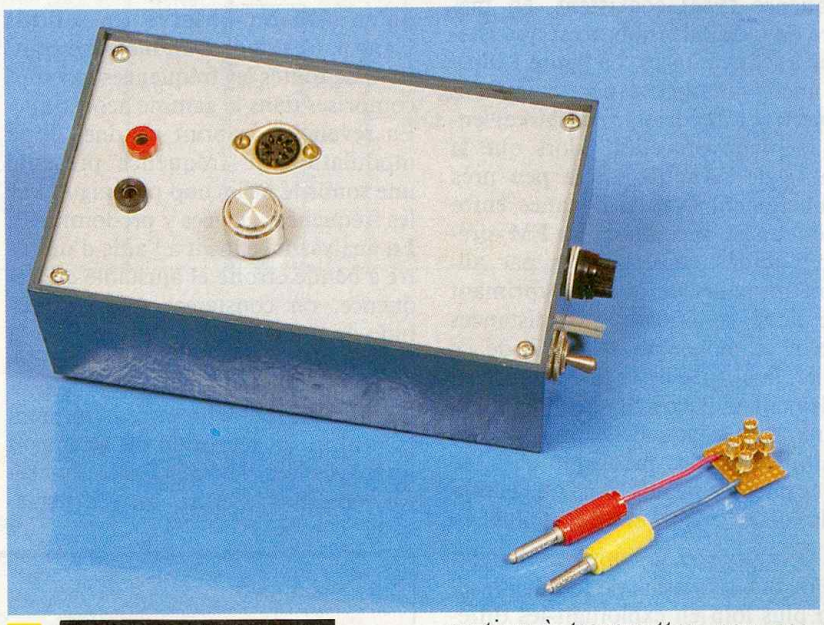
TRANSMISSIONS AUDIO PAR INFRAROUGES MODULES EN FREQUENCE

L'intelligibilité d'un programme de télévision est souvent un problème d'environnement acoustique. Vous ressentez ce problème, notamment quand vous vous trouvez avec des personnes qui ont des choses tellement intelligentes à se dire qu'elles doivent vous empêcher de suivre votre programme préféré.

Le remède, c'est l'émetteur à infrarouges qui se trouve installé sur votre téléviseur, et dont les signaux sont captés par une photodiode, suivie de sélection, démodulation, amplification, pour aboutir à un écouteur que vous mettez sur vos oreilles. Notez que cet écouteur est, accessoirement, une arme dissuasive envers ceux qui ont envie de vous parler.

Même sans emploi de moyens focalisants, la portée de l'installation décrite ci-dessous est d'au moins dix mètres. En munissant émetteur et récepteur d'antennes directives, c'est-à-dire de loupes qu'on devra orienter très soigneusement, on peut arriver à une portée dix fois plus grande, et franchir, par exemple, la distance entre deux bâtiments voisins. La liaison sera alors extrêmement discrète, car la focalisation par lentilles fait que seul le destinataire peut la capter.

De plus, cette liaison se distingue par une excellente qualité acoustique, car on y utilise la modulation de fréquence.



PARTICULARITES DE LA MODULATION DE FREQUENCE

Comme le nom du procédé l'indique, la modulation de fréquence consiste à faire agir le signal, c'est-à-dire l'information à transmettre, non pas sur l'amplitude, mais sur la fréquence d'une porteuse ou d'une sous-porteuse. Il en résulte des variations de fréquence d'autant plus rapides que la fréquence du signal est plus élevée, et une « excursion » d'autant plus importante que le volume de ce signal

est plus fort. Par « excursion », on entend le nombre de kilohertz sur lequel la variation de fréquence s'étend.
Comme il n'est pas possible d'agir efficacement sur la fréquence (ou sur la longueur d'onde) du rayonnement émis par une diode à infrarouges, on procède par l'intermédiaire d'une sous-porteuse. Le montage décrit travaille avec une fréquence de repos de sous-porteuse de 50 kHz environ. Celle-ci agit sur la porteuse (sur le rayonnement infrarouge) par modulation d'amplitude ou, plus exactement, par tout ou rien. Cela signifie que cette porteuse se trouve tout simplement découpée au rythme de la sous-porteuse, laquelle se trouve modulée, en fréquence, avec une excursion maximale de ± 20 kHz. Ainsi, la fréquence de la sous-porteuse est susceptible d'évoluer entre 50 – 20 = 30 et 50 + 20 = 70 kHz.

A la réception, on s'arrange pour prendre en compte exclusivement les variations de fréquence, et non pas celle d'amplitude. Comme les perturbations (bruit) se manifestent essentiellement par des variations d'amplitude, il en résulte une amélioration appréciable de la qualité de transmission.

Cependant, cette amélioration n'est pas inconditionnelle. En effet, si les modulations d'amplitude (AM) et de fréquence (FM) coexistent, en matière de radiodiffusion, c'est que chacune a ses avantages. La **figure 1** illustre une comparaison (nécessairement subjective, donc approximative) entre les deux procédés. Alors que la qualité de l'AM décroît à peu près régulièrement avec la distance entre émetteur et récepteur, la FM présente, toutes choses égales par ailleurs, un palier de qualité exprimant une nette supériorité aux distances faibles et moyennes. Au-delà de ce palier, la qualité de la FM décroît rapidement, et il existe même une plage extrême, sur laquelle la modulation d'amplitude est encore intelligible (avec quelque peine), alors que la modulation de fréquence ne l'est plus.

On peut pousser la limite de rentabilité de la modulation de fréquence un peu plus loin en exploitant les différentes réponses au bruit des deux types de modulation.

Lors de conditions de réception correspondant à l'intersection des courbes AM et FM de la **figure 1,** la puissance du bruit de perturbation est la même, dans les deux cas. Il en est différemment quant à la réponse spectrale de ce bruit. La **figure 2** montre qu'en AM on observe un « bruit blanc », c'est-à-dire un mélange équilibré de toutes les fréquences qui sont comprises dans la gamme acoustique. En revanche, le bruit résiduel de la modulation de fréquence présente une sonorité beaucoup plus aiguë, car les fréquences élevées y prédominent. En analysant ce bruit à l'aide d'un filtre à bande étroite et ajustable en fréquence, on constatera que l'amplitude de bruit est proportionnelle à la fréquence.

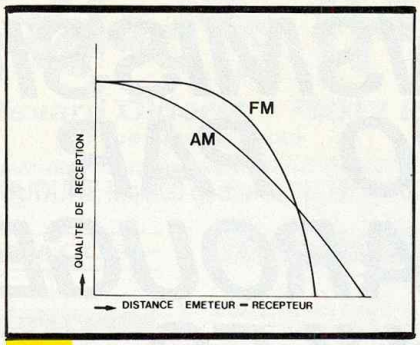


Fig. 1 *La modulation de fréquence n'est supérieure à celle d'amplitude que si on fait abstraction de ce qui se passe à la limite d'intelligibilité.*

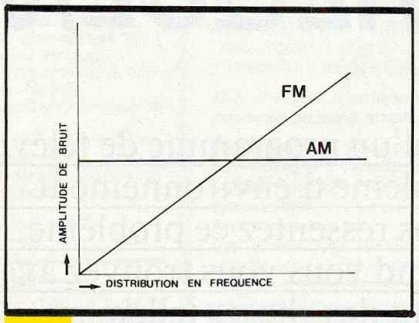


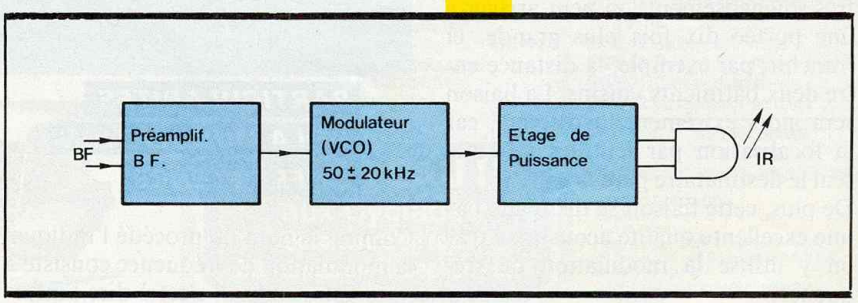
Fig. 2 *La répartition spectrale du bruit est homogène en AM, alors que l'amplitude de bruit FM est proportionnelle à la fréquence de modulation.*

On peut ainsi améliorer sensiblement le confort de réception en atténuant les fréquences élevées à l'aide d'un filtre passe-bas. Certes, cette atténuation se répercutera aussi sur le signal utile, et on s'éloigne donc des conditions de la « haute fidélité ». Mais il y a un remède. Il consiste dans une « préaccentuation » des fréquences élevées, à l'émission. On soumet le signal BF à une fonction « passe-haut », et l'altération qu'il y subira ainsi, à l'émission, sera précisément compensée par le filtre passe-bas qu'on utilise, à la réception, pour atténuer le bruit.

PRINCIPE DE L'EMETTEUR

Le diagramme de la **figure 3** montre que l'émetteur comporte un préamplificateur BF. Le signal d'entrée, provenant d'un microphone, ou de la voie son d'un téléviseur, etc., y est élevé à une amplitude suffisante pour pouvoir attaquer le modulateur.
Ce dernier est un oscillateur dont la fréquence dépend d'une tension de commande qu'on lui applique. En anglais, un tel circuit est appelé « voltage controlled oscillator », d'où l'abréviation VCO qu'on utilise souvent pour ce type de montage.
Ainsi qu'on le verra plus loin, ce VCO est un oscillateur à relaxation dont le condensateur est déchargé, périodiquement, avec une intensité proportionnelle à la valeur instantanée du signal de modulation. On obtient ainsi une excellente linéarité de modulation. De plus, ce procédé ne nécessite de bobinage ni à l'émission ni à la réception, ce qui facilite la réalisation de l'ensemble.
Le modulateur attaque un étage de puissance qui ne fait rien d'autre que découper, au rythme du signal fourni par le VCO, l'intensité d'alimentation des diodes de rayonnement infrarouge.

Fig. 3 *Principe de l'émetteur. Le modulateur est un oscillateur dont la fréquence est une fonction linéaire d'une tension de commande.*



PREAMPLIFICATEUR DE L'EMISSION

La **figure 4** montre le schéma complet de l'émetteur à modulation de fréquence. Le préamplicateur (gain en tension de 11) est constitué par un amplificateur opérationnel TL 081.
Quand le signal à transmettre provient de la sortie son d'un téléviseur, d'un radiorécepteur ou d'un enregistreur, on dispose souvent d'une amplitude suffisante (0,5 à 1 V_{eff}) pour qu'une préamplication dans un rapport de deux soit suffisante. On peut alors utiliser le préamplificateur de la **figure 5.** Il s'insère directement entre les deux lignes pointillées qui ont été tracées dans le schéma de la **figure 4.**
Si, au contraire, on a besoin d'un gain plus important (attaque par un microphone dynamique), il suffit de choisir le rapport $(R_5 + R_6)/R_5$ égal au gain désiré. En portant, par exemple, R_5 à 1,5 MΩ, on obtiendra un gain de 100. La modulation maximale de l'émetteur sera alors obtenue avec une tension efficace d'entrée de 2,5 mV.

Dans tous les cas, il convient d'ajuster le potentiomètre d'entrée, R_1, de façon à obtenir l'excursion optimale, sans surmodulation aux signaux forts.

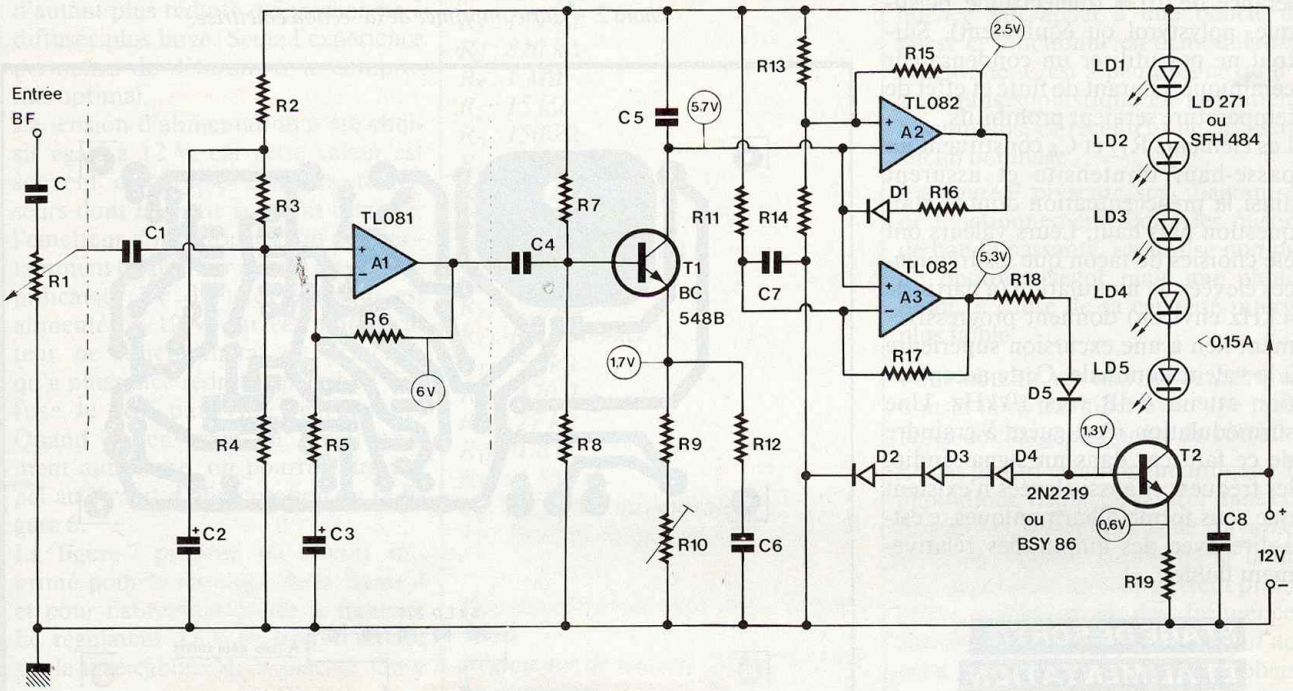
Fig. 4 *Schéma complet de l'émetteur. Le premier amplificateur opérationnel sert de préamplificateur BF, et les deux autres font partie du modulateur de fréquence.*

Les modalités de cet ajustage sont données plus loin, dans le paragraphe consacré à l'expérimentation.

MODULATEUR DE FREQUENCE

L'amplificateur A_2 **(fig. 4)** est utilisé en trigger de Schmitt. Son entrée « moins » se trouve connectée sur C_5. La rapidité de charge de ce condensateur dépend de l'intensité de collecteur de T_1, donc de la valeur instantanée du signal BF.

Lorsque la tension aux bornes de C_5 atteint le seuil du trigger, celui-ci bascule, et C_5 est alors très rapidement déchargé *via* R_{16} et D_1. Puis, il se charge de nouveau, plus lentement, par le courant de collecteur de T_1. On



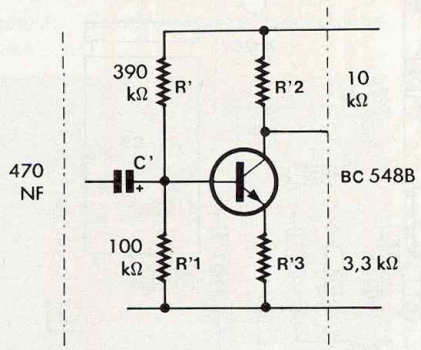


Fig. 5 *Quand on peut se contenter d'un faible gain BF, on peut remplacer l'amplificateur opérationnel A_1 de la figure 4 par ce montage.*

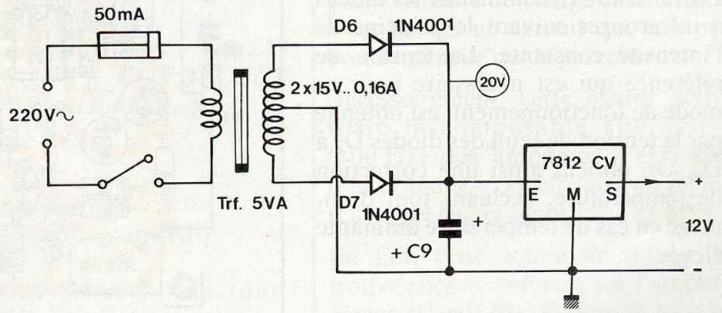


Fig. 6 *Alimentation 12 V pour l'émetteur à modulation de fréquence de la figure 4.*

obtient ainsi, aux bornes de ce condensateur, une dent de scie dont la fréquence est une fonction linéaire du signal BF d'entrée.

Comme on préfère, pour des raisons de rendement, attaquer l'étage de sortie avec une rectangulaire, on connecte aussi A_3 sur C_5. Ce second amplificateur est utilisé en comparateur. La valeur de R_{11} a été choisie de façon à obtenir un signal de sortie symétrique (rapport cyclique voisin de 0,5).

La fréquence de repos du modulateur étant déterminée par l'intensité de collecteur de T_1, on peut l'ajuster par R_{10}. On verra, plus loin, que cet ajustage se fait sur la fréquence centrale du récepteur. Bien entendu, cette fréquence de repos dépend aussi de la valeur de C_5. On aura donc avantage à utiliser un type donné pour une tolérance de 10 % (diélectrique plastique, polystyrol ou équivalent). Surtout ne pas utiliser un condensateur céramique, courant de fuite et effet de température seraient prohibitifs.
Les éléments R_{12} et C_6 constituent un passe-haut d'intensité et assurent ainsi la préaccentuation dont il était question plus haut. Leurs valeurs ont été choisies de façon que les fréquences élevées de modulation (à partir de 4 kHz environ) donnent progressivement lieu à une excursion supérieure à la valeur nominale. Cette accentuation atteint 6 dB vers 10 kHz. Une surmodulation n'est guère à craindre de ce fait, car dans un signal audio, les fréquences aussi élevées n'existent que sous forme d'harmoniques, c'est-à-dire avec des amplitudes relativement faibles.

ETAGE DE SORTIE ET ALIMENTATION

Le transistor T_2 commande les diodes à infrarouges suivant le principe de l'intensité constante. La tension de référence qui est nécessaire pour ce mode de fonctionnement, est obtenue par la tension de seuil des diodes D_2 à D_4. On obtient ainsi une correction de température, excluant tout dommage en cas de température ambiante élevée.

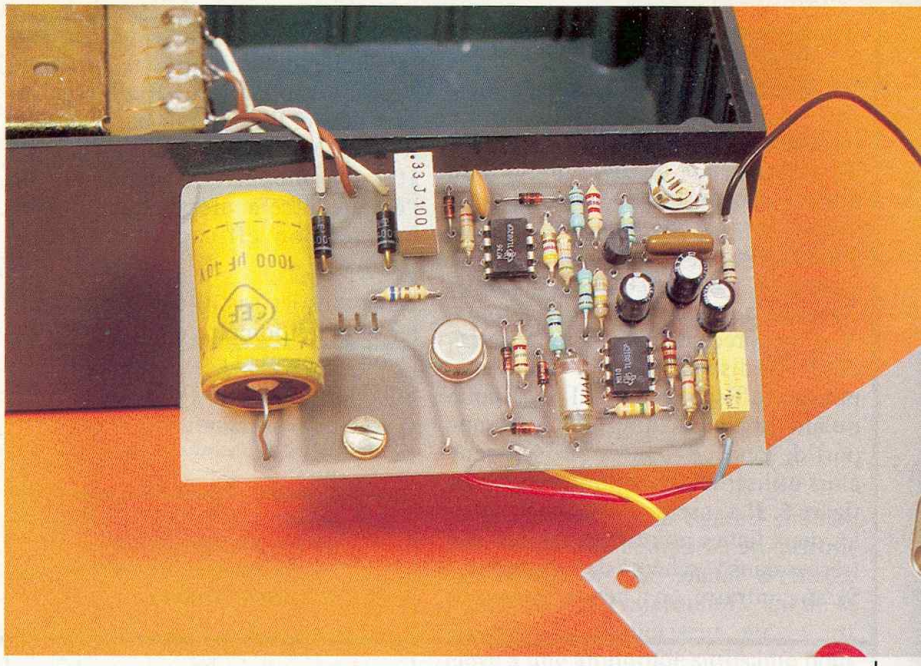
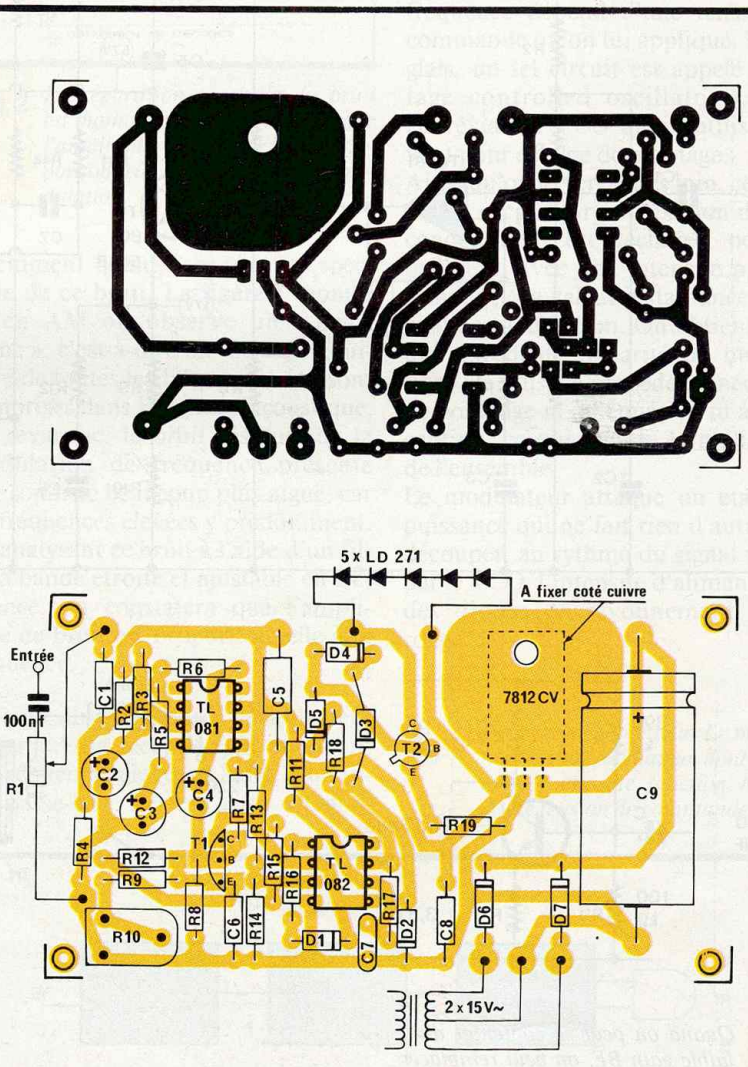


Photo 2. – Carte imprimée de la section émettrice.

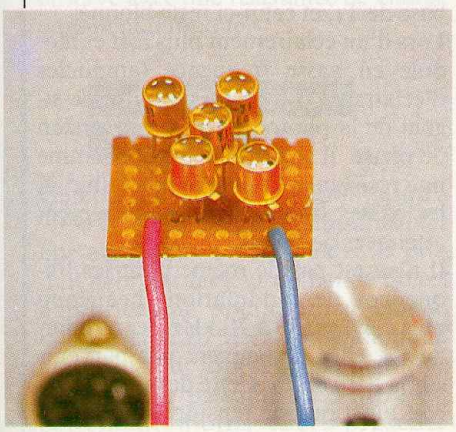


Platine imprimée pour l'émetteur de la figure 4 et l'alimentation de la figure 6. Elle peut être logée dans un boîtier Teko P/3, lequel contiendra aussi le transformateur d'alimentation.

Fig. 7

Comme la tension de sortie de A_3 ne s'annule pas complètement, lors des alternances correspondantes, on intercale la diode D_5, laquelle agit également par son seuil, pour assurer un blocage parfait de T_2.
L'intensité moyenne de collecteur de T_2 est de 120 mA environ, avec les valeurs du schéma. Quand on utilise des diodes d'émission à boîtier métal, supportant une intensité plus forte (CQX 19, LD 242), on peut réduire R_{19} en conséquence (5,6 ou 4,7 Ω), et on aura alors avantage à ramener R_{18} à 1,2 kΩ.
En sortie, on peut utiliser indifféremment 1 à 6 diodes luminescentes, connectées en série. Suivant l'effet de directivité qu'on souhaite obtenir, on fera appel à des diodes à faisceau plus ou moins étroit, orientées toutes dans la même direction ou disposées en éventail. Bien entendu, la portée sera d'autant plus réduite qu'on cherche à diffuser plus large. Seule l'expérience permettra de déterminer le compromis optimal.
La tension d'alimentation a été choisie égale à 12 V, car cette valeur est souvent disponible dans les téléviseurs dont la sortie son doit attaquer l'émetteur d'infrarouges. On peut notamment en profiter quand c'est l'amplificateur BF du téléviseur qui est alimenté en 12 V, car cet amplificateur ne fonctionnera, en principe, qu'à puissance réduite, quand on diffuse le son par voie infrarouge. Quand on envisage un fonctionnement autonome, on pourra faire appel au circuit d'alimentation de la **figure 6.**
La **figure 7** propose un circuit imprimé pour le montage de la **figure 4** et pour l'alimentation de la **figure 6.** Le régulateur 12 V se trouve monté sur la face câblage de la platine. On y laisse subsister une petite surface cuivrée, laquelle constituera un radiateur suffisamment efficace pour l'application envisagée.

Photo 3. – Gros plan sur les diodes d'émission.



Composants figures 4, 6 et 7 (émetteur FM)

A_1 : amplificateur opérationnel TL 081 CP
A_2, A_3 : double amplificateur opérationnel TL 082 CP
C_1 : 100 nF, diélectrique plastique
C_2, C_3, C_4 : 470 nF, 20 V, électrolytique
C_5 : 1,5 nF, styroflex ou diélectrique plastique (± 10 %)
C_6 : 15 nF, diélectrique plastique
C_7 : 22 nF, céramique ou diélectrique plastique
C_8 : 330 nF diélectrique plastique
C_9 : 1 000 µF, électrolytique
D_1 à D_5 : 1 N 4148 ou équivalentes

R_1 : potentiomètre 100 ou 220 kΩ, logarithmique
R_2 : 180 kΩ
R_3 : 820 kΩ
R_4 : 1 MΩ
R_5 : 15 kΩ
R_6 : 150 kΩ
R_7 : 390 kΩ
R_8 : 100 kΩ
R_9 : 1,8 kΩ
R_{10} : ajustable 2,2 kΩ
R_{11} : 100 kΩ
R_{12} : 2,7 kΩ
R_{13}, R_{14} : 100 kΩ
R_{15} : 56 kΩ
R_{16} : 470 Ω
R_{17} : 27 kΩ
R_{18} : 1,8 kΩ
R_{19} : 6,8 Ω
T_1 : BC 548 B ou équivalent
T_2 : 2N2219 ou équivalent

Condensateur d'entrée BF : 100 nF/100 V
Régulateur de tension 12 V : 7812 CV ou équivalent
Transformateur d'alimentation : 2 fois 12 V/0,16 A (5 VA)
Diode(s) à infrarouges : LD 271, LD 242, CQX 19, CQY 37, CQW 89 B, SFH 484 ou similaire(s)

Composants figure 5 (variante amplificateur BF)

1 condensateur électrolytique : 470 nF/20 V
4 résistances : 3,3 kΩ, 10 kΩ, 100 kΩ et 390 kΩ
1 transistor BC 548 B ou équivalent

Les dimensions du circuit imprimé sont adaptées à un boîtier Teko P/3, lequel contiendra aussi le transformateur. Interrupteur et fusible sont logés dans une paroi latérale, alors que la platine métallique supporte le connecteur d'entrée, le potentiomètre de volume et deux douilles, sur lesquelles on connecte les diodes d'émission, montées sur une petite plaquette se terminant par des fils rigides qu'on pourra plier de façon à obtenir l'orientation souhaitée.

PRINCIPE DU RECEPTEUR FM

Le récepteur de modulation de fréquence fait appel à une boucle de phase et fonctionne en démodulation synchrone. C'est à peu près ce qu'il y a de plus sophistiqué en la matière. Néanmoins, ce récepteur ne nécessite aucun bobinage.
La **figure 8** présente son diagramme de fonctionnement. Pour des raisons de bande passante, on utilise non pas un phototransistor mais une photodiode, à cause de sa capacité interne plus faible.

Pour obtenir un bon rendement, on doit la faire travailler avec une résistance de charge de l'ordre de 100 kΩ.
En cas de fort éclairement ambiant, la photodiode risque de saturer dans ces conditions, ou du moins de travailler avec une tension résiduelle si faible que sa capacité interne devient prohibitive (atténuation des fréquences élevées). Pour cette raison, on fait appel à un circuit de charge actif, obéissant si peu à la loi d'Ohm que la résistance virtuelle de charge et la tension à ces bornes ne varient que très peu avec l'intensité qui le parcourt.

Accessoirement, cette charge active filtre la composante alternative (100 Hz) des ampoules d'éclairage d'une manière si efficace qu'on ne rencontre aucun problème à ce sujet.

En fait, cette action de filtrage se trouve encore renforcée par l'amplificateur sélectif **(fig. 8)** dont le gain en tension est voisin de 1 000. Du fait de ce gain, on obtient, en fonctionnement normal, une tension parfaitement écrêtée (débarrassée de toute modulation accidentelle ou parasite

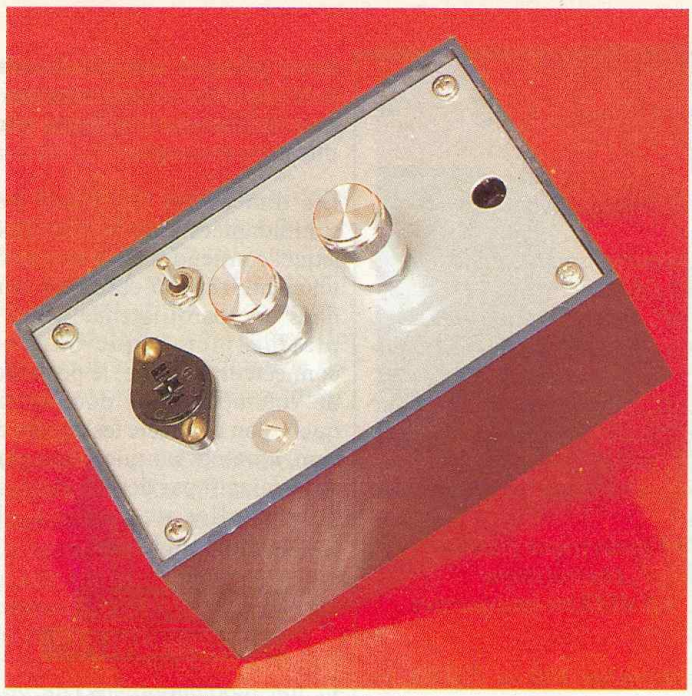


Photo 4. – Aspect du récepteur.

de faire appel à un amplificateur BF d'impédance relativement élevée. Deux versions d'un tel amplificateur seront présentées par la suite.

Le récepteur travaille avec une alimentation autonome de 6 V (piles). On arrive ainsi à un montage léger et peu encombrant. Le fonctionnement est encore correct quand les piles se sont déchargées jusqu'à 5 V, et même moins, bien que la bonne tenue des circuits intégrés du montage ne soit garantie, en principe, que jusqu'à 5 V.

PHOTODIODE A CHARGE ACTIVE

Le schéma de la **figure 9** présente les circuits « haute fréquence » et « démodulation » du récepteur à modulation de fréquence. Tant que l'éclaire-

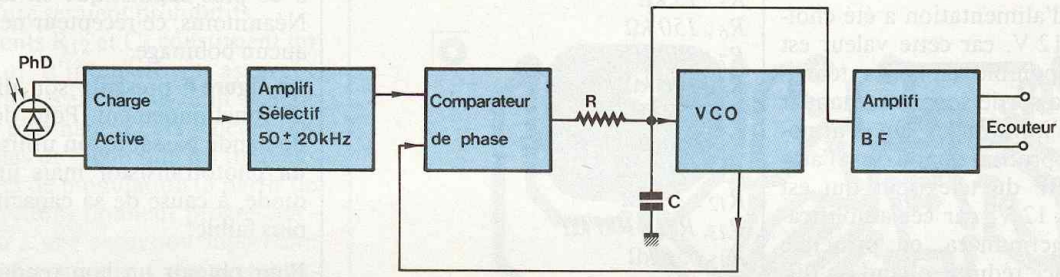


Fig. 8 *Principe du récepteur. On y fait appel à une démodulation synchrone par boucle de phase, ne nécessitant aucun bobinage.*

d'amplitude) à la sortie de cet amplificateur ou, à plus forte raison, après l'amplificateur supplémentaire qui se trouve à l'entrée du comparateur de phase.

Ce comparateur fait partie d'un circuit intégré (CD 4046), lequel contient également un VCO dont le principe est parfaitement identique à celui du VCO de l'émetteur. Or, la tâche du comparateur consiste à comparer le signal de son propre VCO à celui d'un signal qui, tout compte fait, provient du VCO de l'émetteur.

Au départ, ces deux signaux auront des fréquences différentes ou du moins un écart en phase. Partant de cette différence, le comparateur établit un signal d'erreur qui est appliqué au VCO par l'intermédiaire d'un passe-bas (R et C). Très rapidement, ce signal d'erreur forcera le VCO du récepteur sur une position de phase se trouvant verrouillée avec celle du signal incident.

Une fois la boucle de phase ainsi verrouillée, les deux VCO (émetteur et récepteur) fonctionnent sur une même fréquence. Si la fréquence à l'émission se trouve alors modifiée du fait de la modulation qui l'affecte, le comparateur du récepteur produit une tension de sortie un peu différente, mais toujours telle que son propre VCO reste asservi à celui de l'émetteur.

En d'autres termes, le VCO du récepteur est l'esclave de celui de l'émetteur, lui-même esclave du signal BF de modulation. Or, cet asservissement implique que les deux VCO reçoivent des tensions identiques d'entrée, car autrement ils ne pourraient se trouver sur une même fréquence. Le signal FM « démodulé » est ainsi obtenu à l'entrée du VCO du récepteur, car la tension qu'on y trouve est, par définition, égale à celle qui commande le VCO de l'émetteur.

Pour exploiter ce signal, il convient

ment de la photodiode BP 104 reste faible, sa charge est essentiellement constituée par R_1, car la chute de tension sur R_2 reste inférieure au seuil de base de T_1, et celui-ci reste bloqué.

Lors d'un éclairement plus fort et modulé en basse fréquence (ampoules d'éclairage), T_1 tend à amplifier le signal de la photodiode avec inversion de phase. Il se comporte ainsi comme une résistance de charge très faible, et les basses fréquences sont fortement atténuées de ce fait.

Il n'en est pas de même pour les fréquences de modulation, beaucoup plus élevées (30 à 70 kHz), car du fait de C_3, elles ne peuvent pas parvenir sur la base de T_1. Cette dernière ne reçoit ainsi qu'une tension proportion-

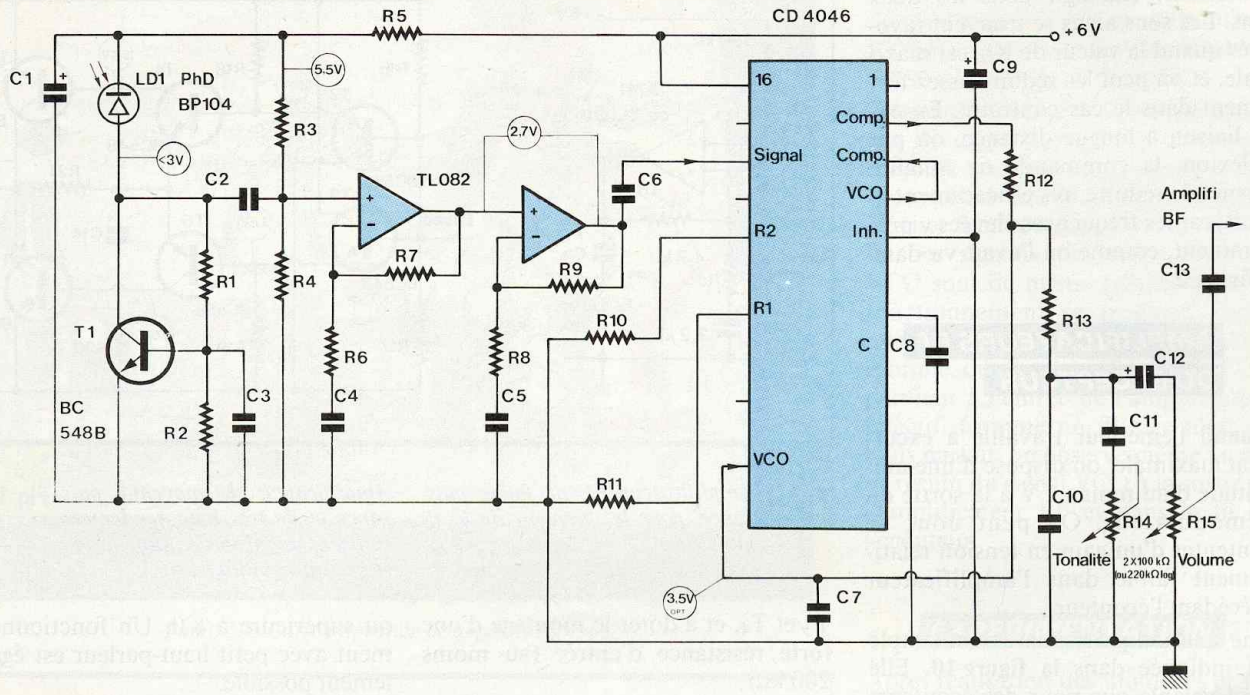


Fig. 9 *Circuits « antenne », de préamplification sélective et de démodulation active du récepteur à modulation de fréquence.*

nelle à la moyenne de l'éclairement, et T_1 se comporte comme une résistance de charge dont la valeur est au moins aussi élevée que celle de R_1.

La conduction de T_1 implique une tension de 0,6 V entre base et émetteur. Comme R_1 et R_2 constituent un diviseur de tension, cela implique 2,4 V entre collecteur et émetteur. Même lors d'un fort éclairement, cette valeur ne pourra être dépassée que de peu, car un tel dépassement implique une augmentation de l'intensité de collecteur de T_1, donc une compensation de l'effet qu'on aurait observé avec une résistance de charge purement ohmique.

AMPLIFICATEUR SELECTIF

Obtenir un gain de 1 000, jusqu'à 70 kHz, avec un seul amplificateur opérationnel, c'est possible si le produit gain par largeur de bande de cet amplificateur opérationnel est au moins égal à 70 MHz. Cependant, un amplificateur opérationnel double d'une bande passante de 3 MHz est nettement moins cher, présente moins de difficultés de réalisation, et permet un filtrage en étapes, très facile à mettre en œuvre.

Un premier effet de filtrage est déjà obtenu par C_2, car ce condensateur assure une fonction passe-haut conjointement avec le diviseur de polarisation de base, R_3, R_4. On obtient ainsi une réjection supplémentaire des basses fréquences de la modulation perturbatrice due aux ampoules d'éclairage.

Les deux amplificateurs opérationnels qui suivent cette liaison fonctionnent chacun avec un gain de 33, ce qui détermine une fréquence supérieure de coupure de 80 à 90 kHz pour chacun, soit environ 70 kHz pour l'ensemble des deux étages. La fréquence inférieure de coupure dépend de C_4 et de C_5. Ces capacités ont été choisies de façon à obtenir une réponse aussi peu accidentée que possible, entre 30 et 70 kHz.

A la sortie, on peut se contenter d'une capacité de liaison (C_6) de faible valeur, car le circuit intégré de la boucle de phase (CD 4046) présente une impédance d'entrée élevée.

DEMODULATION FM PAR BOUCLE DE PHASE

L'entrée « signal » (broche 14) du CD 4046 aboutit sur un amplificateur à large bande, lequel attaque l'une des deux entrées du comparateur de phases. L'autre entrée de ce comparateur (broche 3) est reliée directement à la sortie du VCO (broche 4).

La plage de fréquence de cet oscillateur est déterminée d'une part par les résistances (R_{10} et R_{11}) qui se trouvent connectées sur les broches 11 et 12, d'autre part par C_8. Comme dans le VCO de l'émetteur, on aura avantage à utiliser un condensateur de 10 %, à l'exclusion de tout modèle céramique ou autre type minuscule.

Pour des raisons de dispersion, l'utilisation successive de deux CD 4046 dans un même montage peut donner lieu à un écart de plus de 10 % quant aux fréquences de repos du VCO. Pour qu'il y ait, néanmoins, une coïncidence suffisante, on ajuste la fréquence de l'émetteur (par R_{10}, **fig. 4**) de façon à obtenir, en absence de modulation, une tension continue de 3,5 V sur l'entrée de commande du VCO (broche 9, **fig. 9**). Cette tension doit être mesurée avec un voltmètre à forte impédance (voltmètre digital).

Le filtre passe-bas de la boucle de phase (R_{12}, C_7) présente une fréquence de coupure de 16 kHz. Cela signifie que des signaux BF jusqu'à 16 kHz peuvent être démodulés. Pour obtenir une bonne séparation de la sous-porteuse, on prévoit un second filtre du même type (R_{13}, C_{10}).

A la suite, on trouve une commande de tonalité (C_{11}, R_{14}). Du fait de la

préaccentuation qu'on avait opérée à l'émetteur, elle agit dans les deux sens. Les sons aigus se trouvent favorisés quand la valeur de R_{14} est maximale, et on peut les réduire assez fortement dans le cas contraire. En cas de liaison à longue distance, ou par réflexion, la commande de tonalité permet de réduire très efficacement le bruit, car les fréquences élevées y prédominent, comme on l'avait vu dans la **figure 2.**

AMPLIFICATEURS BF DU RECEPTEUR

Quand l'émetteur travaille à excursion maximale, on dispose d'une amplitude d'au moins 1 V à la sortie du démodulateur. On peut donc se contenter d'un gain en tension relativement faible dans l'amplificateur précédant l'écouteur.

Une solution particulièrement simple est indiquée dans la **figure 10.** Elle n'est valable que pour des écouteurs de plus de 100 Ω, car l'amplificateur opérationnel ne saurait fournir une intensité suffisante dans une charge plus faible. De plus, l'alimentation n'étant que de 6 V (soit 5 V vers la fin de la vie des piles), on recueille moins de 3 V crête à crête à la sortie de l'amplificateur, d'où une puissance d'écoute souvent insuffisante.

Un amplificateur à symétrie complémentaire, de type classique, peut fournir une intensité plus importante, mais guère plus de tension, car les transistors de sortie travaillent en collecteur commun, d'où une chute de tension d'au moins 1 V dans chacun d'eux, sans parler de ce qu'on perd dans les résistances d'émetteur qu'on prévoit habituellement dans ces montages.

Un rendement bien meilleur (3 à 4 fois plus de puissance sous 5 V d'alimentation) est obtenu par le montage de la **figure 11,** où les deux transistors de sortie fonctionnent en émetteur commun. Leur tension de déchet n'est alors que de l'ordre de 0,2 V.

Dans ce montage, T_3 et T_5 constituent un « supercollecteur commun » NPN-PNP, alors que T_4 et T_6 forment un « supercollecteur commun » PNP-NPN, le tout étant assemblé de façon à pouvoir fonctionner en classe B, et avec un gain en tension égal à $(R_{20} + R_{21})/R_{20}$. Les transistors d'entrée, T_1 et T_2, sont montés en collecteur commun et servent à la fois à compenser le seuil émetteur-base de

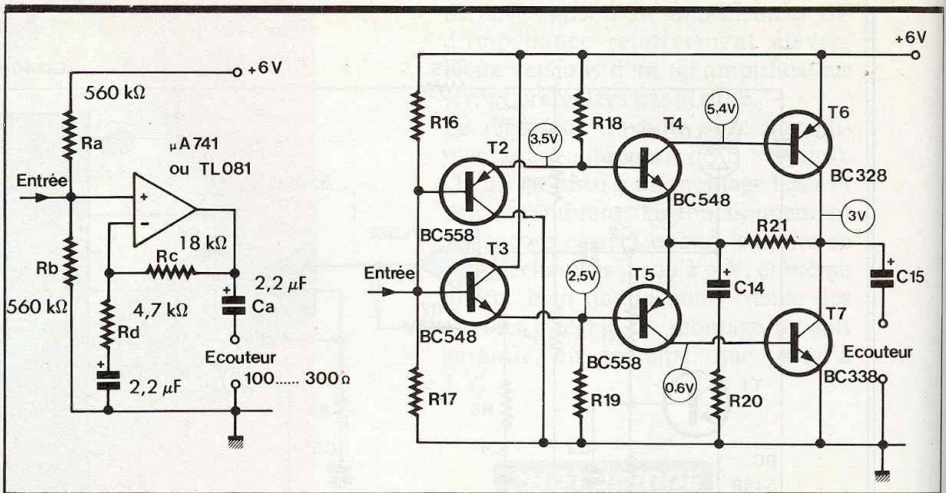


Fig.10 *Amplificateur BF de faible puissance, pour le récepteur de la figure 9.*

Fig.11 *Amplificateur de moyenne puissance et de très haut rendement, utilisant de façon optimale la tension d'alimentation de 6 V.*

T_3 et T_4, et à doter le montage d'une forte résistance d'entrée (au moins 200 kΩ).

On peut utiliser ce montage pour tout écouteur dont l'impédance est égale ou supérieure à 8 Ω. Un fonctionnement avec petit haut-parleur est également possible.

REALISATION DU RECEPTEUR

La **figure 12** propose un circuit imprimé associant le circuit de réception de la **figure 9** à l'amplificateur de la **figure 11.** Les dimensions de ce cir-

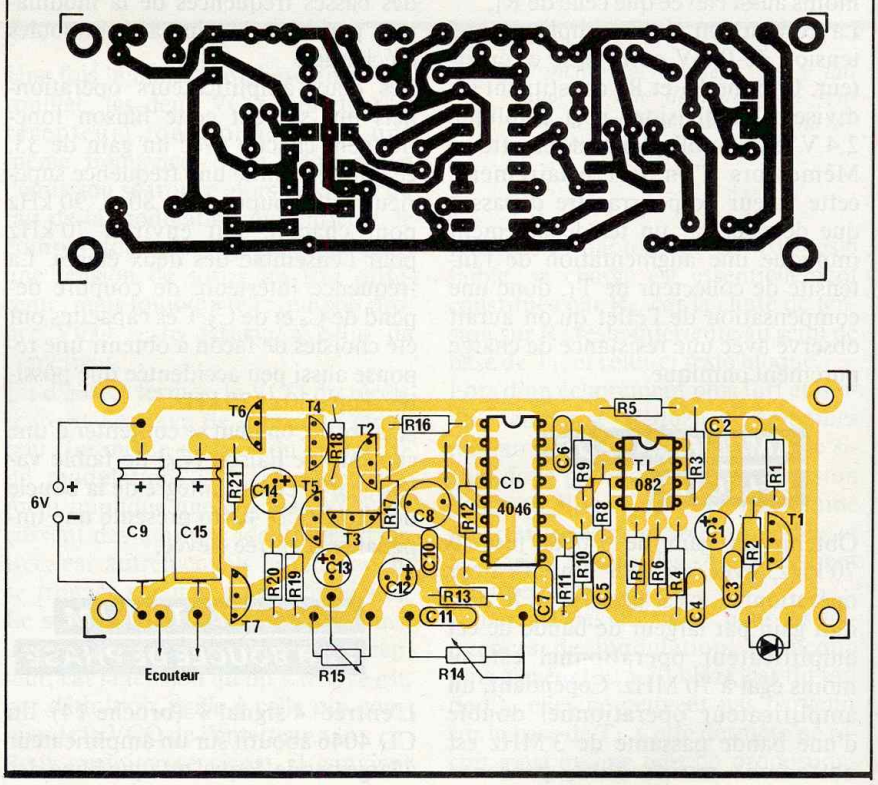


Fig.12 *Platine imprimée réunissant le récepteur de la figure 9 avec l'amplificateur BF de la figure 11. La forme allongée garantit un minimum d'interaction entre les circuits du montage.*

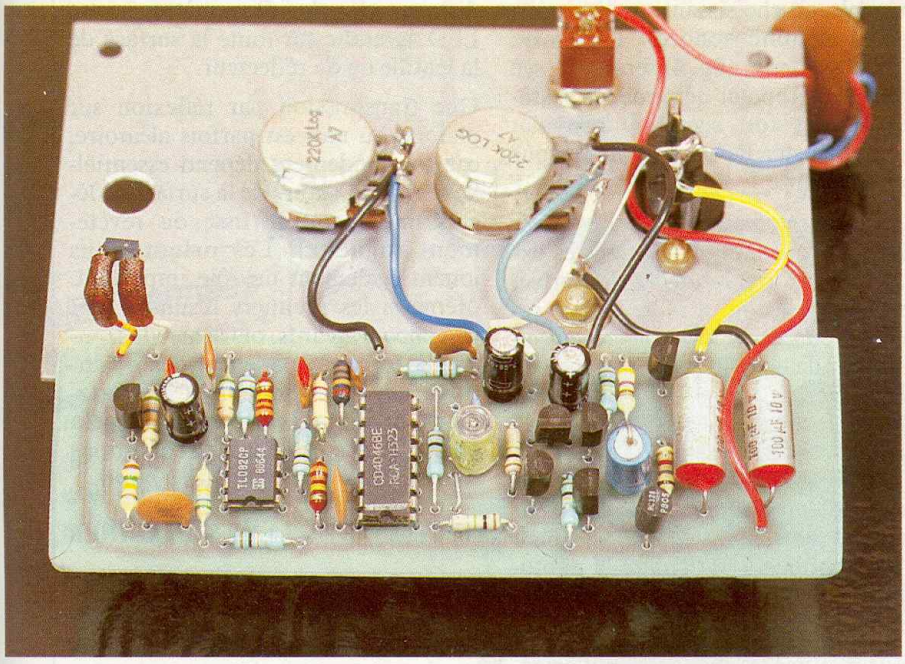


Photo 5. – Carte imprimée de la partie réceptrice.

Composants figures 9, 11 et 12 (récepteur FM)

$A_1 + A_2$: double amplificateur opérationnel TL 082 CP
C_1 : 470 nF, 20 V, électrolytique
C_2 : 220 pF, céramique
C_3 : 2,2 nF, céramique
C_4 : 390 pF, diélectrique plastique ou céramique
C_5 : 1,5 nF, diélectrique plastique ou céramique
C_6 : 220 pF, céramique
C_7 : 1 nF, diélectrique plastique ou céramique
C_8 : 1,5 nF, polystyrol ou diélectrique plastique (± 10 %)
C_9 : 100 µF, 10 V, électrolytique
C_{10} : 1 nF, céramique
C_{11} : 10 nF, céramique
C_{12}, C_{13} : 470 nF, 20 V, électrolytique
C_{14} : 220 µF, 10 V, électrolytique
C_{15} : 100 ou 220 µF, 10 V, électrolytique
PhD : photodiode BP 104 (Siemens) ou BPW 50 (RTC)

R_1 : 150 kΩ
R_2 : 56 kΩ
R_3, R_4 : 560 kΩ
R_5, R_6 : 10 kΩ
R_7 : 330 kΩ
R_8 : 10 kΩ
R_9 : 330 kΩ
R_{10} : 33 kΩ
R_{11} : 12 kΩ
R_{12}, R_{13} : 10 kΩ
R_{14}, R_{15} : potentiomètres logarithmiques, 100 ou 220 kΩ

T_1, T_3, T_4 : BC 548 B ou équivalents
T_2, T_5 : BC 558 B ou équivalents
T_6 : BC 328
T_7 : BC 338
Circuit intégré : CD 4046 (boucle de phase C-MOS)

Composants figure 10 (variante amplificateur BF)

4 résistances : 4,7 kΩ, 18 kΩ, 2 fois 560 kΩ
2 condensateurs : 2,2 et 22 µF, électrolytiques
1 amplificateur opérationnel µA 741 ou TL 081 CP

cuit ont été choisies de façon qu'on puisse le loger dans un boîtier Teko P/4, à côté d'un support pour quatre petites piles de 1,5 V. Les organes de commande (potentiomètres, interrupteur) peuvent être fixés soit sur la platine métallique, soit dans une paroi latérale du boîtier.

La photodiode BP 104 étant dotée d'un angle d'ouverture relativement large, on peut avoir avantage à la protéger de la lumière ambiante en la disposant, dans le boîtier, 1 à 2 cm au-dessous d'une ouverture circulaire d'un diamètre de 8 à 10 mm. Au besoin, on peut prévoir une lentille pour augmenter la directivité.

En disposant la photodiode directement au-dessous de l'ouverture indiquée plus haut, l'orientation du récepteur sera moins critique. On pourra, dans ces conditions, mieux capter une source diffuse, telle qu'une réflexion du rayonnement émetteur sur un mur ou sur un plafond.

Il est parfaitement possible de modifier le circuit imprimé, mais on aura toujours avantage à lui conserver une forme relativement allongée, de façon à éviter tout couplage parasite. En effet, les signaux de réception et de VCO sont de même fréquence, et le fonctionnement se trouvera fortement perturbé, si une fraction, même minime, du signal produit par le VCO parvient à l'entrée de l'amplificateur sélectif. Comme un filtrage n'est jamais parfait, on observe même un petit résidu du signal VCO à la sortie de l'amplificateur BF et dans le fil de l'écouteur.

EXPERIMENTATION

Après réalisation des montages et vérification des tensions continues indiquées dans le schéma, on met le récepteur en service. En absence d'émission, on doit entendre un bruit intense dans l'écouteur (potentiomètre de volume largement ouvert), notamment en présence d'une source d'éclairage. Ce bruit doit cesser, dès qu'on met l'émetteur en service (sans le moduler pour l'instant), et quand on oriente ses diodes de rayonnement approximativement sur la photodiode du récepteur.

Si le bruit persiste, modifier la position du potentiomètre de fréquence de l'émetteur (R_{10}, **fig. 4**) jusqu'à ce qu'on obtienne le résultat souhaité. Il se peut, néanmoins, que ce ne soit pas possible. Par exemple, quand l'émetteur ne fonctionne pas correctement. Normalement, les diodes d'émission doivent s'échauffer d'une manière nettement sensible. Si elles restent

Photo 6. – Gros plan sur la photodiode de réception.

froides, l'amplificateur de sortie de l'émetteur est en panne.

On peut aussi imaginer des dispersions de caractéristiques telles que les fréquences d'émission et de réception sont trop différentes pour qu'un accord soit possible. Il faudra alors remplacer, dans le récepteur, C_8 par 1,2 nF, puis éventuellement par 1,8 nF, jusqu'à ce qu'on obtienne satisfaction.

En tout cas, l'opération finale d'alignement de fréquence consistera à connecter un voltmètre à haute impédance, dans le récepteur, entre masse et broche 9 du CD 4046, et à ajuster dans l'émetteur R_{10} de façon que ce voltmètre indique une tension de 3,5 V.

Un écrêtage par surmodulation est possible dans l'émetteur aussi bien que dans le récepteur, et l'un est aussi désagréable à entendre que l'autre. Pour être sûr d'un fonctionnement nominal du récepteur, on y travaille avec un volume relativement faible, et on connecte l'entrée BF de l'émetteur sur la source de modulation prévue (sortie son d'un téléviseur, par exemple, en choisissant une émission à fort volume sonore). La limite d'ajustage de R_1 (**fig. 4**) sera dépassée quand le récepteur déforme les passages de très fort signal. Il convient donc d'ajuster R_1 un peu au-dessous de cette limite.

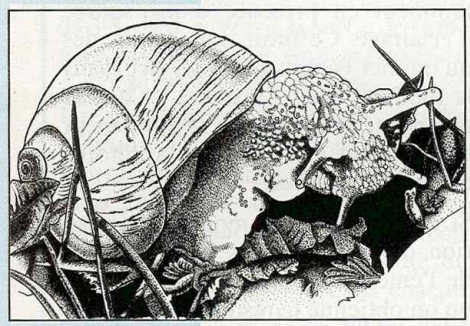
Une fois cette mise au point effectuée, on pourra entreprendre des expériences d'orientation et de portée. En transmission directe (sans réflexion), on obtiendra une réception pure et fidèle jusqu'à une distance de dix mètres au moins. A l'aide de lentilles, une augmentation considérable de la portée est possible, à condition d'une orientation très précise. On peut également utiliser un réflecteur parabolique (lampe de poche, phare d'automobile), en orientant la photodiode de façon qu'elle regarde vers le centre de ce réflecteur.

Pour faciliter les manœuvres d'orientation et d'alignement des « antennes » (lentille ou réflecteur), on peut provisoirement remplacer les photo-semi-conducteurs par des LED de couleur visible. La mise au point est alors parfaite, quand on voit, d'une distance de plusieurs mètres, cette LED agrandie sur toute la surface de la lentille ou du réflecteur.

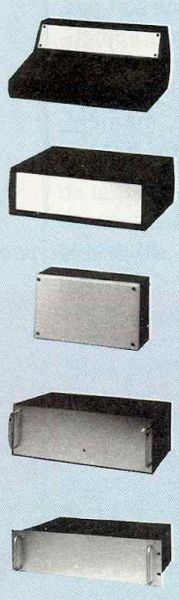
Une transmission par réflexion sur plafond ou mur est parfois aléatoire, car son rendement dépend essentiellement de la nature de la surface réfléchissante (peinture lisse ou revêtement rugueux). Les orientations jouent également un rôle important. Même si les premiers résultats sont peu encourageants, on risque de trouver, à force de patience, des conditions de fonctionnement parfaitement acceptables, bien que cela puisse se passer dans des conditions d'orientation peu évidentes *a priori*.

H. SCHREIBER

■



pour l'escargot le meilleur coffret c'est sa coquille



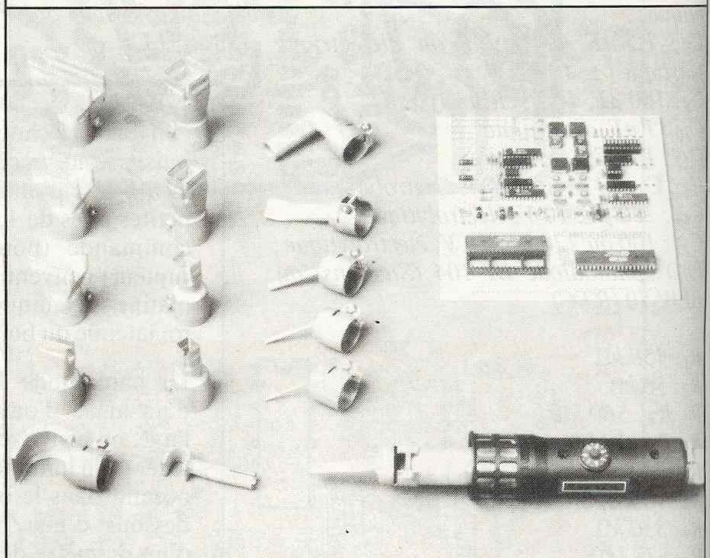
Dans le monde animal, certaines espèces possèdent une protection contre leurs ennemis naturels.
Un coffret, en quelque sorte, dont la forme et les couleurs s'adaptent parfaitement à l'environnement.
Pour l'escargot, c'est sa coquille.
Dans le monde de l'électronique, vos montages, eux aussi, ont besoin d'être défendus contre leurs ennemis naturels : poussières, chocs, etc.
La gamme des coffrets RETEX répond remarquablement à ces critères de protection et d'esthétique.
RETEX, comme la nature, joint l'indispensable à l'agréable.

Pour l'électronique, c'est RETEX

Catalogue sur demande.
LE DEPOT ELECTRONIQUE
agent général France
BP 5.
84470 CHATEAUNEUF-DE-GADAGNE
Tél. 90 22 22 40 Télex 431 614 F

SOUDAGE ET DESSOUDAGE sans CONTACT
avec l'appareil à Air Chaud Leister-Labor «S»

Réglage électronique de la température de 20 à 600° C. Réglage électronique du débit d'air de 1 à 150 litres par minute. Pour soudage et dessoudage sans contact des composants CMS et DIP en 2 à 4 secondes.



Demandez notre documentation gratuite FR 49
et l'adresse de votre revendeur le plus proche.
SAPELMECA, 57, rue Brancion, 75015 Paris
Tél. : **45.33.64.56** - Télécopie : **45.33.94.97** - Télex : **250 913**

JEUX

UN TABLEAU ANIME

Nos montages ne doivent pas obligatoirement présenter un caractère strictement utilitaire et quelque peu austère. De temps à autre, l'introduction d'un peu de fantaisie et de poésie dans certaines réalisations peut agréablement les mettre en valeur.

I – LE PRINCIPE

C'est le cas de ce tableau animé ; il présente un moulin à vent dont les ailes tournent, ou du moins créent l'illusion d'une rotation. Les composants nécessaires équipent un circuit imprimé monté dans un cadre photographique. La configuration de l'implantation des composants épouse, sous une forme stylisée, celle d'un moulin tandis que les ailes sont matérialisées par 32 LED rectangulaires. Elles sont réparties, groupées par deux, sur une circonférence, en définissant de ce fait 16 positions élémentaires d'une aile. Elles sont alimentées de manière à mettre en évidence quatre groupes disposés en croix de saint-andré, qui tourne à raison d'un pas correspondant à un quart de tour, ce qui donne l'illusion d'une rotation dont le pas élémentaire d'une aile correspond à un seizième de tour, d'où la vision d'une rotation quasi continue.

II – LE FONCTIONNEMENT (fig. 1 et 2)

a) Alimentation

Il ne saurait être question d'équiper notre tableau d'un transformateur, pour d'évidentes raisons esthétiques. De même, l'emploi de piles ou d'accumulateurs n'est guère souhaitable, étant donné le peu d'autonomie qu'une telle alimentation procurerait. La solution consiste donc à utiliser le secteur, par le biais d'une alimentation extrêmement simplifiée. L'impédance d'entrée est réalisée par la résistance R_1 montée en série avec une capacité C_1. La diode D_2 laisse passer les alternances positives qui chargent la capacité C_2 et qui sont écrêtées par la diode Zener Dz. Les alternances négatives, nécessaires à la décharge périodique de C_1, sont véhiculées par D_1.

Une telle alimentation délivre un potentiel pratiquement continu, de l'ordre d'une dizaine de volts, capable de délivrer un courant de l'ordre de 15 à

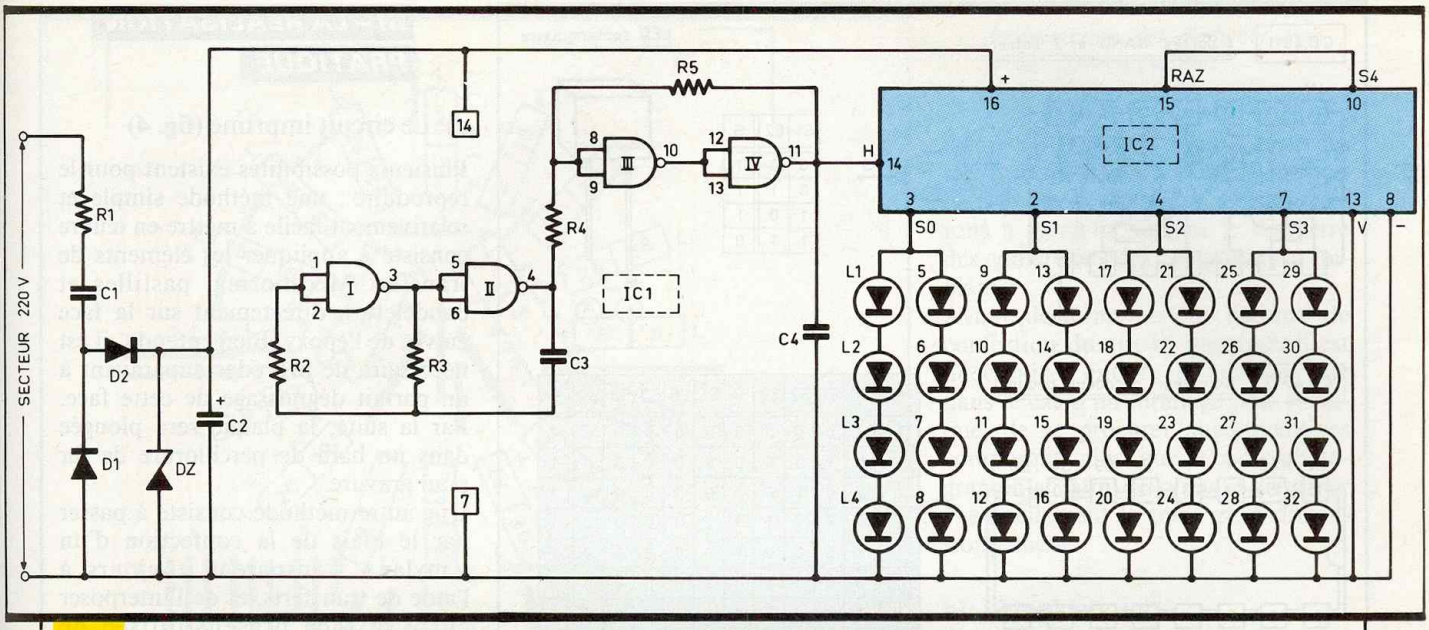
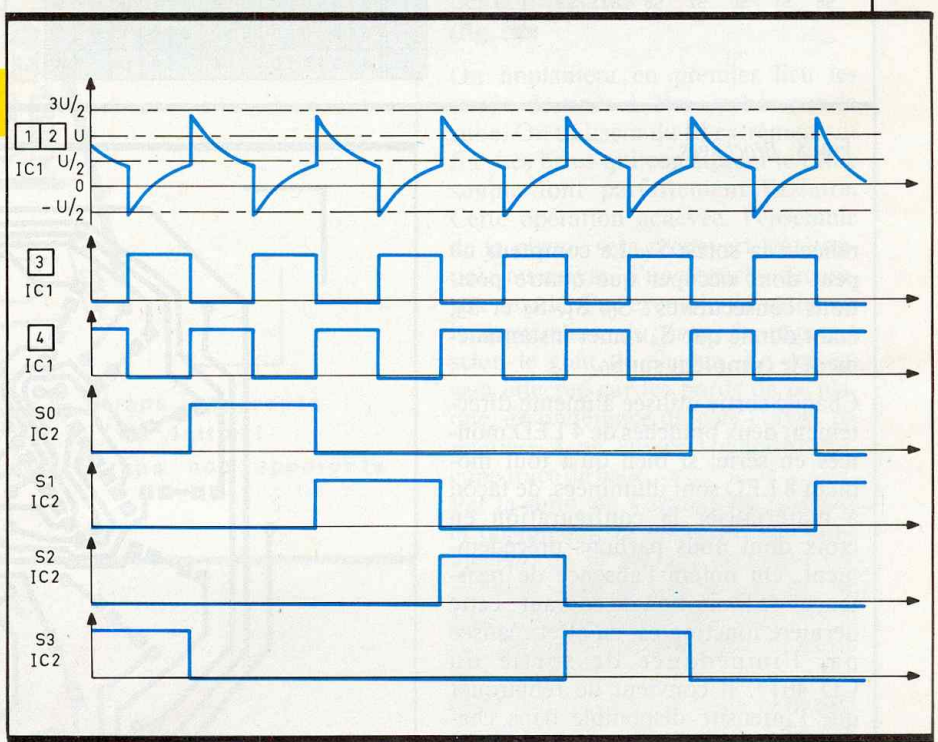


Fig. 1 *Schéma de principe.*



Oscillogrammes. **Fig. 2**

20 mA. Cette simplicité n'est pas gratuite. En effet, indépendamment d'un débit limité, de sérieuses précautions sont à prendre au niveau de la sécurité, étant donné que certaines connexions sont directement soumises au 220 V du secteur, et présentent donc ce potentiel par rapport à la terre.

b) La base de temps

Les portes NAND I et II du circuit intégré IC_1 sont montées en multivibrateur astable. A la sortie de la porte II, on relève des créneaux dont la période est proportionnelle au produit $R_3 \times C_3$. Le fonctionnement repose sur la charge, puis la décharge, suivie du même phénomène en sens inverse, de la capacité C_3 par l'intermédiaire de R_3. Compte tenu du mode de sollicitation de la capacité, cette dernière est obligatoirement du type non polarisé. La résistance R_2 n'entre pas directement dans le calcul de la période, mais sa présence confère au montage davantage de fiabilité et de stabilité.

Quant aux portes III et IV du même circuit intégré, elles forment un trigger de Schmitt, dont le rôle consiste à présenter sur sa sortie des créneaux dont les fronts ascendants et descendants sont bien verticaux. En effet, la résistance R_5 introduit une réaction positive lors du basculement des portes, ce qui accélère ce phénomène, d'où la verticalisation évoquée ci-dessus. A la sortie du trigger, on relève ainsi des créneaux dont la période est de l'ordre de 110 ms, ce qui correspond à une fréquence voisine de 9 Hz.

c) Avance du compteur et alimentation des LED

Le cirucit intégré IC_2 est un CD 4017. Il s'agit d'un compteur décodeur décimal, composant très utilisé dans notre revue. Il avance d'un pas pour chaque front ascendant présenté sur son entrée « horloge ». L'avance consiste au déplacement d'un état haut de la sortie S_n à la sortie S_{n+1}, les autres sorties présentant un état bas. Cette avance se réalise à condition que l'entrée de validation V soit soumise à un état bas. Si on relie cette dernière à un état haut, le compteur reste bloqué sur sa position, même si les signaux de comptage persistent. L'entrée RAZ doit également être soumise à un état bas. Toute impulsion positive, même très brève, présentée sur cette entrée a pour effet immédiat la remise à zéro du compteur. Dans le cas présent, l'entrée RAZ est

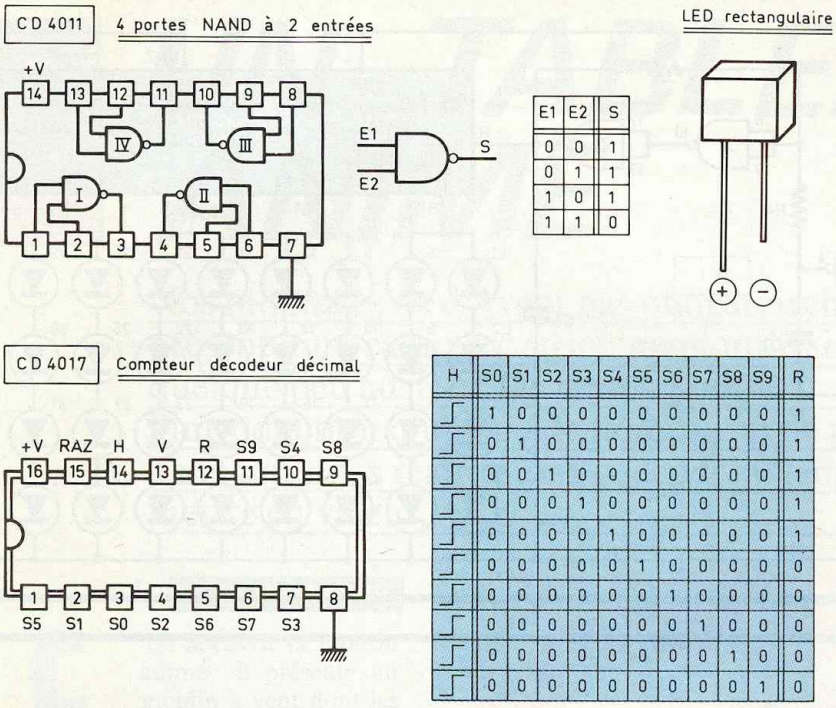


Fig. 3 *Brochages.*

reliée à la sortie S_4. Le compteur ne peut donc occuper que quatre positions consécutives : S_0, S_1, S_2 et S_3, étant donné que S_4 remet instantanément le compteur sur S_0.

Chaque sortie utilisée alimente directement deux branches de 4 LED montées en série, si bien qu'à tout moment 8 LED sont illuminées, de façon à matérialiser la configuration en croix dont nous parlions précédemment. On notera l'absence de résistances de limitation de courant ; cette dernière fonction est en effet réalisée par l'impédance de sortie du CD 4017. Il convient de remarquer que l'intensité disponible dans chaque branche, à savoir 5 à 8 mA (donc 10 à 15 mA sur la sortie concernée), constitue la limite maximale supérieure d'un circuit intégré de la famille C-MOS.

La fréquence de comptage étant d'environ 9 Hz, les ailes de notre moulin effectuent chacune une rotation de 9/16 de tour en une seconde, ce qui représente une vitesse de rotation de :

$$\frac{9 \times 60}{16} = 33{,}7 \text{ tr/min}$$

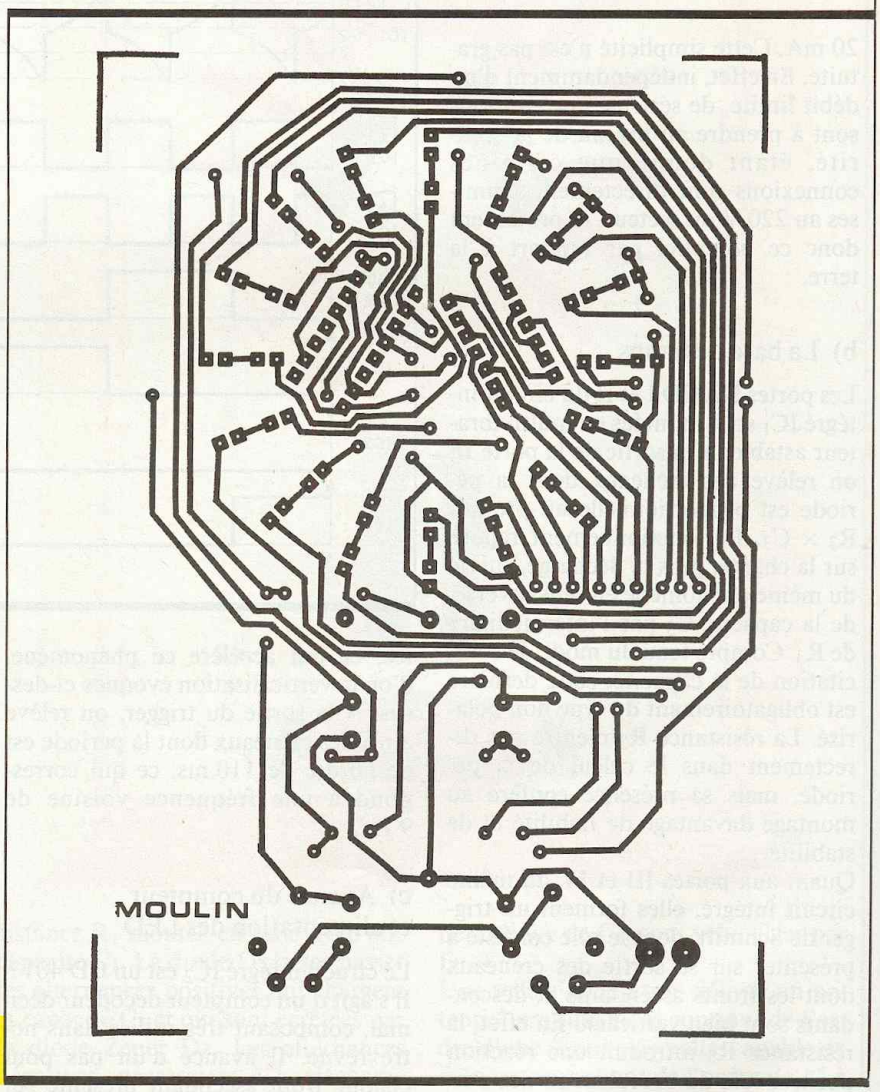


Fig. 4 *Tracé du circuit imprimé à l'échelle.*

III – LA REALISATION PRATIQUE

a) Le circuit imprimé (fig. 4)

Plusieurs possibilités existent pour le reproduire : une méthode simple et relativement facile à mettre en œuvre consiste à appliquer les éléments de transfert Mecanorma, pastilles et bandelettes, directement sur la face cuivre de l'époxy. Bien entendu, il est nécessaire de procéder auparavant à un parfait dégraissage de cette face. Par la suite, la plaque sera plongée dans un bain de perchlorure de fer pour gravure.

Une autre méthode consiste à passer par le biais de la confection d'un « mylar » transparent, toujours à l'aide de transferts, et de l'interposer entre la face présensibilisée de l'époxy et une source de rayons ultra-violets. Après révélation, la gravure est encore effectuée dans le perchlorure de fer.

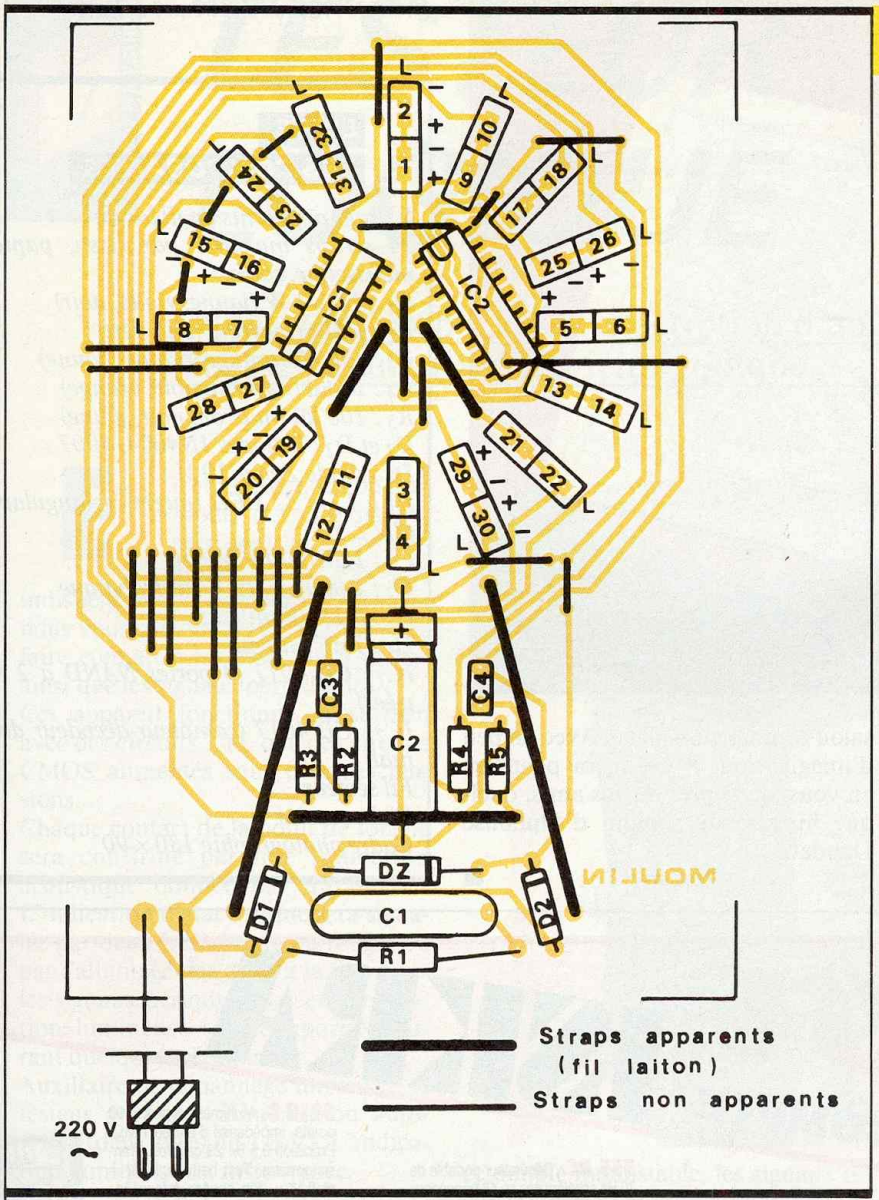


Fig. 5 *Implantation des éléments avec straps apparents ou non.*

Après un abondant rinçage, tous les trous seront percés à l'aide d'un foret de 0,8 mm de diamètre. Certains serons à agrandir suivant le diamètre des connexions des composants à implanter.

Avant de démarrer les travaux de confection du circuit imprimé, il est nécessaire, encore davantage que dans le cas d'un montage plus classique, de se procurer auparavant les composants ainsi que le cadre photographique, afin de pouvoir modifier éventuellement le tracé et le dimensionnement.

b) L'implantation des composants **(fig. 5)**

On implantera en premier lieu les straps destinés à être cachés par la suite. On utilisera du fil extrêmement fin. Les brins qui constituent le câble souple font parfaitement l'affaire. Cette opération achevée, l'ensemble de la plaque sera recouvert, côté opposé au cuivre, d'une couche décorative textile. Par exemple du satin, de la mousseline, du tissu, du papier... selon le goût de chacun. Le collage sera effectué sur les bords de la plaque, de préférence du côté cuivre, de manière à ne laisser apparaître aucune trace de colle.

Par la suite, on s'armera de patience et on implantera les quelques straps visibles, en fil brillant de laiton par exemple ; puis ce sera le tour des résistances, des diodes, des capacités et des deux circuits imprimés. L'opération n'est pas toujours très facile, étant donné que les trous pratiqués dans la plaque sont occultés. Une méthode possible consiste à utiliser la transparence à la lumière. Attention à l'orientation des composants polarisés.

L'implantation des 32 LED est une opération décilate, dont dépend beaucoup l'effet esthétique final. Leur parfait alignement est nécessaire. Toute précipitation est à exclure. Par ailleurs, rappelons que les LED sont également des composants polarisés.

On achèvera par la soudure du fil d'alimentaiton secteur, que l'on choisira le plus fin possible pour d'éviden-

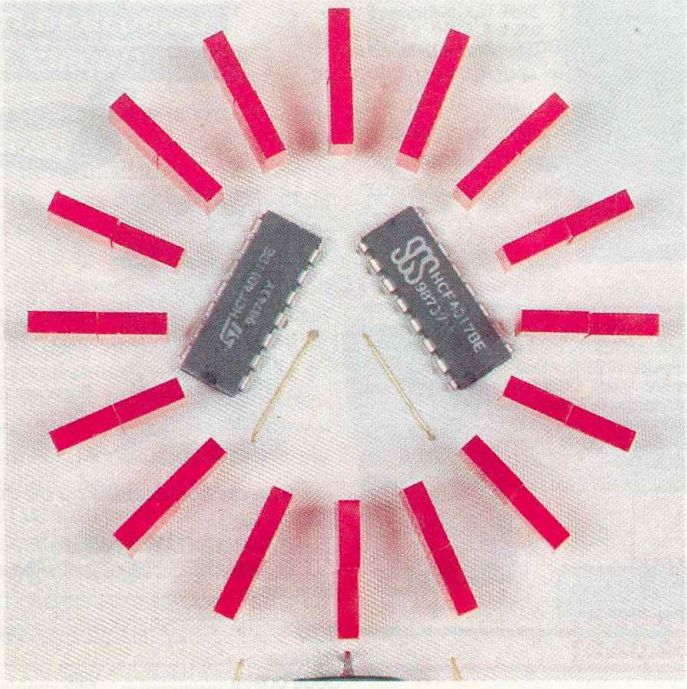


Photo 2. – Gros plan sur les ailes du moulin.

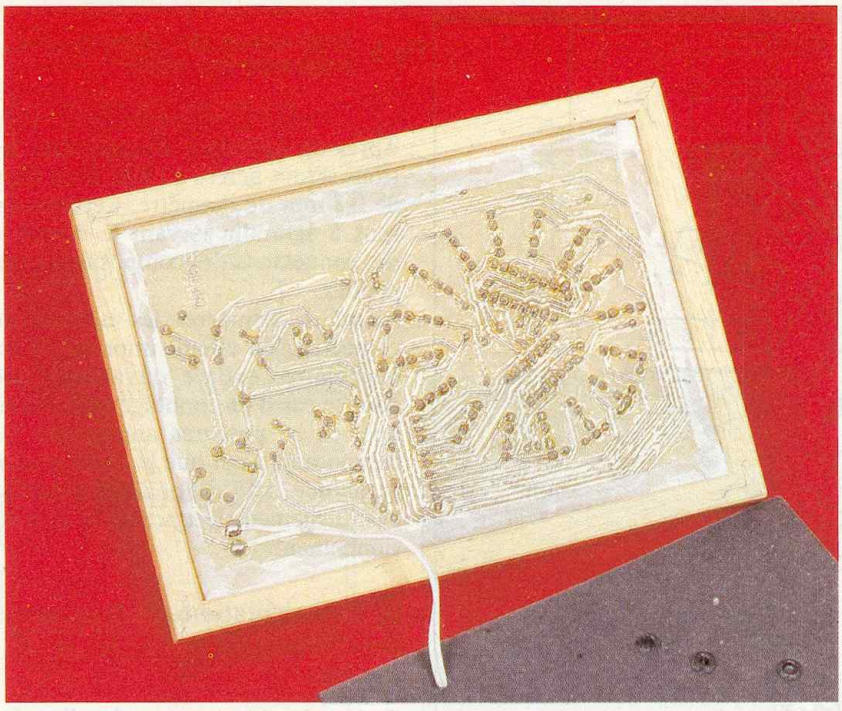


Photo 3. – Aperçu du circuit imprimé.

tes raisons de discrétion. Il existe des fils transparents, très plats, destinés à être dissimulés par de la tapisserie.
Il ne vous reste plus qu'à encadrer votre montage, et le poser sur votre bureau ou encore l'accrocher dans votre salon comme un tableau. Avec un peu d'imagination, il évoquera peut-être en vous, ou auprès de vos amis, quelque histoire du moulin d'Alphonse Daudet...

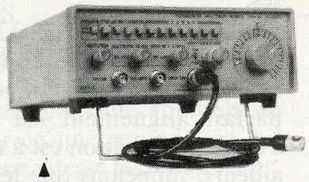
■

LISTE DES COMPOSANTS

5 straps apparents en fil laiton
24 straps masqués par tissu, papier, mousseline, satin...
R_1 : 47 Ω/1 W (jaune, violet, noir)
R_2 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R_3 : 330 kΩ (orange, orange, jaune)
R_4 : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_5 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
D_1 et D_2 : 2 diodes 1N4004, 4007
Dz : diode Zener 10 V
L_1 à L_{32} : 32 LED rouges rectangulaires (7 × 2,5)
C_1 : 1 µF/400 V mylar
C_2 : 1 000 µF/16 V électrolytique
C_3 : 0,15 µF milfeuil
C_4 : 1 nF milfeuil
IC_1 : CD 4011 (4 portes NAND à 2 entrées)
IC_2 : CD 4017 (compteur-décodeur décimal)
Fil secteur
Fiche secteur
Cadre photographie 130 × 90

CHEZ CIBOT
UNE MARQUE QUI COMPTE ISKRA

HCF 1000. Fréquecemètre de 1 Hz à 1000 MHz. Sensibilité 15 mV. 2 canaux d'entrée. Affichage LED à 8 digits. Mesure de fréquences, périodemètre, totalisateur et contrôle interne **1995F TTC**



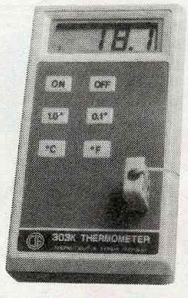
G 205. Générateur de fonction de 0,2 Hz à 2 MHz en 7 calibres. Sinus, Triangle, carré, TTL. Impulsion rampe. Sinusoïde étalée. Entrée VCF. Générateur d'impulsions. Générateur à balayage **1795F TTC**

555 RC. Générateur portable de 20 Hz echelonnées en 46 fréquences fixes. Sinus et carré. Atténuateur – 20 dB. Taux de distorsion à 15 kHz : 0,05 % à 150 kHz : 0,3 %. Dimensions : 150 × 82 × 21 mm. **575F TTC**

PROMO 745F TTC

5010 EC. Multimètre digital 2000 points. Impédance d'entrée 10 MΩ. Précision 0,25 %. 24 calibres. Transistormètre. Capacimètre. Thermomètre. Test de continuité sonore. Test diode. Mesure de conductance. Calibre 10 A. Protection par fusible.

5318 B. Multimètre digital 2000 points. Impédance d'entrée 1 MΩ. Précision 0,5 %. 23 calibres. Transistormètre. Test batterie 1,5 V = et 9 V =. Bip sonore. Intensitée : 10 A = Résistance de 0,1 Ω à 2000 MΩ. Protection par fusible. **450F TTC**



303 K. Thermomètre digital 3 digits 1/2. Avec sonde thermocouple K. Mesure de – 50° à 1300° C. Résolution 0,1° C et 1° C. Précision 0,2 %. Deux lectures °C et °F. Dimensions 130 × 72 × 83 mm. **585F**

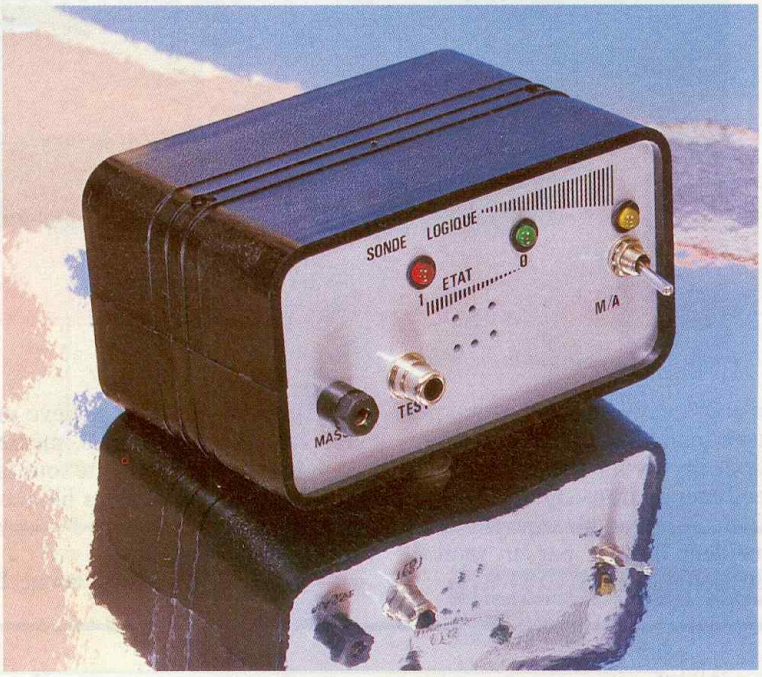
ISKRA distribué par CIBOT
1 et 3, rue de Reuilly - 75012 PARIS - Tél. : 43.79.69.81
25, rue Bayard - 31000 TOULOUSE - Tél. : 61.62.02.21

Bon de commande ou de documentation EP 1
je désire recevoir :
☐ DOCUMENTATION *(joindre 15 F en timbres ou chèque)*
☐ COMMANDE *(chèque joint - Port en sus)*
Références .....
.....
NOM ..... Prénom .....
Adresse .....
Code postal ..... Ville .....

TESTEUR LOGIQUE

Nous vous proposons la description d'un testeur logique d'un prix de revient modique.

En effet, dès que l'on manipule des circuits numériques, le testeur logique devient une aide indispensable et pratique. Celui que nous vous présentons permet de nous faire connaître les états hauts et bas ainsi que les signaux périodiques.
Cet appareil fonctionne aussi bien avec des circuits TTL que des circuits CMOS alimentés sous diverses tensions.
Chaque contact de la point de touche sera confirmé par une indication acoustique donnée par un buzzer. L'indication d'état logique sera signalée par deux LED (verte ou rouge) ou par l'allumage des deux à la fois pour les signaux périodiques. Cette indication lumineuse sera temporisée durant quelques secondes.
Auxiliaire de dépannage universel, le testeur aura son alimentation autonome (deux piles de 1,5 V). L'indication lumineuse est instantanée.



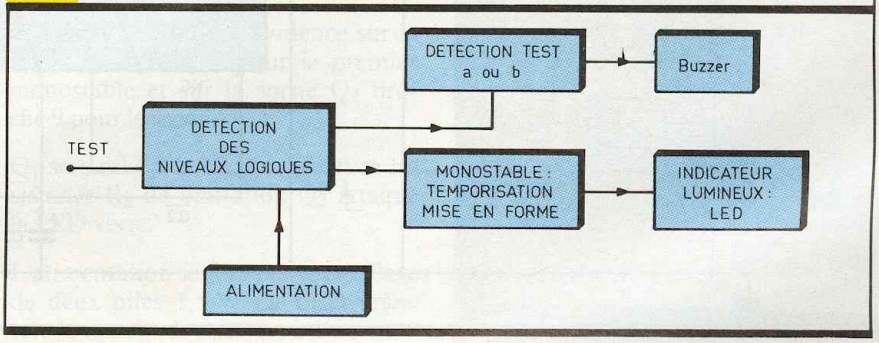
ETUDE GLOBALE DU CIRCUIT (fig. 1)

Les états prélevés sur le circuit à tester vont permettre le blocage ou la saturation des transistors T_1 T_2. Nous serons donc en présence de trois états logiques possibles. Ceux-ci seront appliqués, d'une part, à une porte « OU » dont la sortie va provoquer la mise en fonctionnement du buzzer – par l'intermédiaire de T_3 –, d'autre part, le signal issu du collecteur de T_1 sera envoyé sur la broche 4 du monostable IC_2. Ce signal aura été auparavant mis en forme par un trigger de Schmitt d'une porte NAND.
Le signal issu du collecteur de T_2 sera directement appliqué à la broche 12 de IC_2, entrée trigger +. Les deux signaux d'entrée seront donc mis en forme puis temporisés. En sortie de ce double monostable, les signaux récupérés seront appliqués aux témoins lumineux.
Pourquoi un monostable ? Tout simplement pour mémoriser quelque temps la mesure. Effectivement, il est pratique de poser d'abord sa pointe de touche et de regarder la mesure après. Cela évite bien des courts-circuits...

ANALYSE DETAILLEE DU FONCTIONNEMENT (fig. 2)

En l'absence de test (pointe de touche en l'air), T_1 et T_2 sont saturés.
Les résistances d'entrée R_1-R_2 sont de valeur élevée (1 MΩ) de façon à ne pas consommer sur le circuit testé et,

Fig. 1 *Synoptique.*



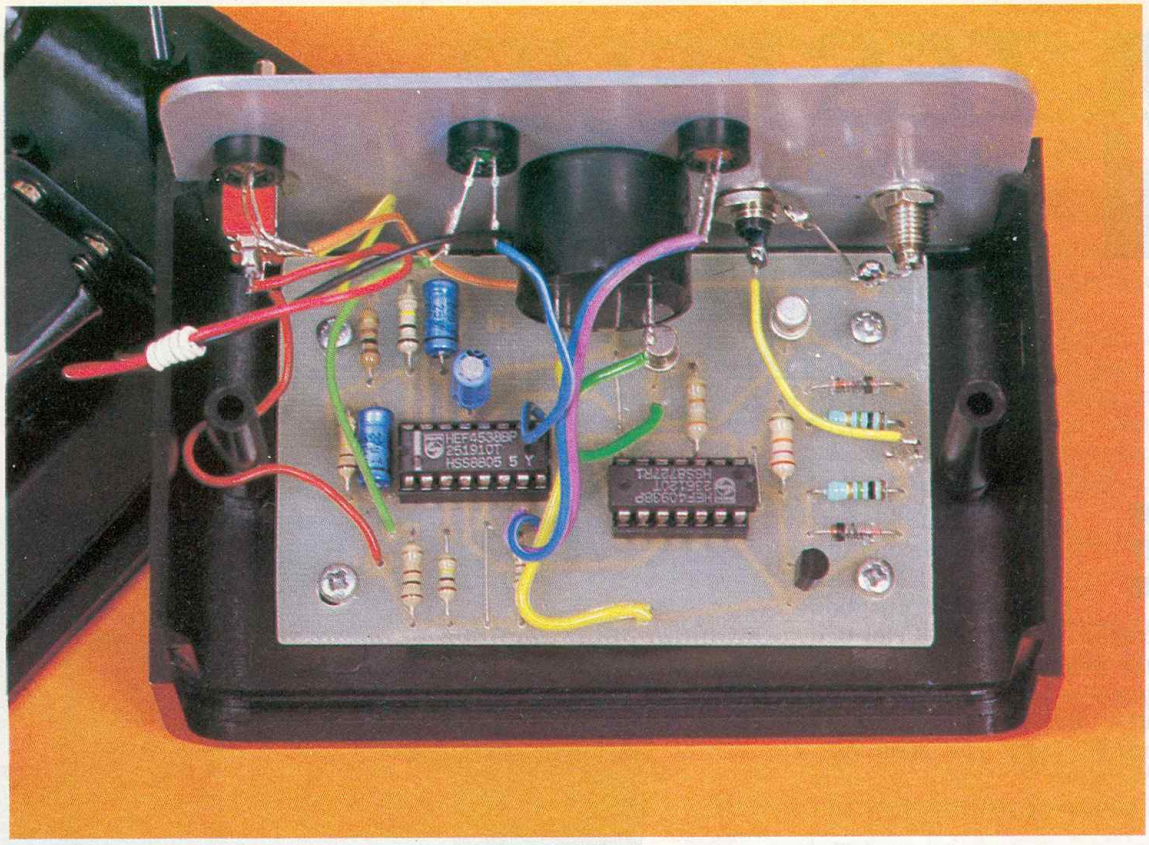


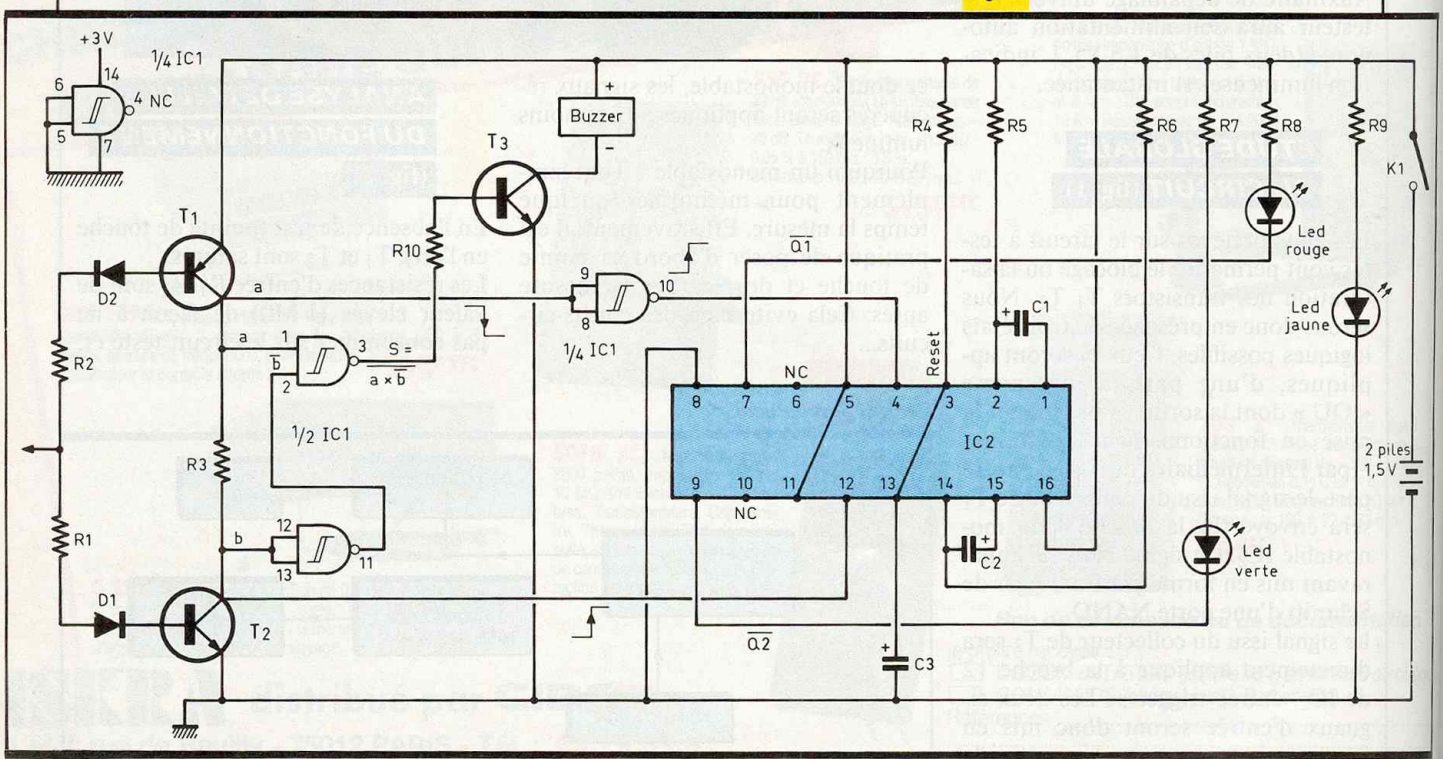
Photo 2. – La réalisation en coffret « MMP ».

vu le grand gain des transistors, permettent quand même leur saturation.
La diode D_2 est une protection contre l'effet Zener du transistor T_1.
La diode D_1 est en place pour assurer un meilleur blocage par un seuil de conduction plus élevé.

- La pointe de touche prélève un signal **HAUT** : dans ce cas, même s'il s'agit d'un circuit alimenté sous faible tension, ce signal haut va bloquer T_1 (PNP) tout en conservant T_2 **saturé**.

- La pointe de touche est connectée à un signal **BAS** : cela conserve la saturation de T_1 et bloque T_2.
- Un signal **périodique** est prélevé par la pointe de test : T_1 et T_2 seront bloqués alternativement.

Fig. 2 *Schéma de principe.*



De ce fait, nous trouvons sur le collecteur de T_1 et de T_2 (point a et point b), trois combinaisons logiques différentes :
– un état 1 en a et un état 0 en b en l'absence de test ;
– un état 0 en a et en b pour un test niveau haut ;
– un état 1 en a et b pour un test niveau bas.

Ces signaux logiques seront appliqués aux entrées trigger de deux portes NAND (4093) IC_1, qui réalisent la fonction S = a + b, c'est-à-dire que le buzzer sonne si l'entrée a est portée à 0 ou si l'entrée b est portée à 1.
Donc, pour un état logique (sortie S) – voir schéma théorique –, le transistor T_3 va conduire et le buzzer se mettra en fonctionnement. La résistance R_{10} est une résistance de limitation de courant de base.

En théorie, la sortie 3 du NAND pourrait attaquer directement le buzzer qui ne consomme pas plus de 3 mA. Cependant, après essai, il s'avère que le buzzer demande beaucoup plus de courant au « décollage »... d'où la présence de T_3.
Voilà pour ce qui est de la partie signalisation sonore.

Le signal issu du collecteur de T_1 est connecté à une entrée trigger (broches 9 et 8) d'une porte NAND de IC_1. Nous obtiendrons donc un signal mis en forme et inversé sur la broche 10 de IC_1. En effet, il semblerait qu'il y ait doute quant à la présence d'un trigger sur les entrées 5 et 11 de IC_2.

Nous avons comparé le 4538 du Data Book « SGS » avec le 4538 du Data Book « Motorola ». Il s'avère que ces deux ouvrages ne sont pas d'accord. Chez Motorola, seules les entrées 12 et 4 ont un trigger, alors que chez SGS, elles en ont toutes un. Pour plus de sécurité (selon le circuit que vous vous procurerez) et comme il restait des portes NAND libres sur IC_1, nous avons préféré « triggeriser » deux fois plutôt qu'aucune.

Ce sont donc les fronts montants qui vont déclencher le premier monostable. Quant au signal prélevé sur le collecteur de T_2, ce sera également un front montant qui va déclencher le deuxième monostable en arrivant sur la broche 12 (+ tr) du 4538.

Ces deux monostables sont pourvus d'une remise à zéro automatique conditionnée par l'ensemble R_4, C_3 sur les entrées Reset. A la mise sous tension, C_3 représente un court-circuit momentané. La temporisation des monostables est d'environ 2,2 secondes, cette durée étant fixée par les éléments R_5, C_1 pour le premier monostable, et par R_6, C_2 pour le second. En fonction de R_5, C_1 et R_6, C_2, on peut évidemment modifier cette durée de basculement. A noter que les broches 10 et 6 ne seront pas connectées. Les broches 5 et 11 (– tr) seront reliées au + alimentation.

Le signal sera mis en évidence sur la sortie Q_1 broche 7 pour le premier monostable et sur la sortie Q_2 broche 9 pour le second.

Q_1 sera relié à la LED rouge et sa résistance R_8 de limitation Q_2 attaque la LED verte.

L'alimentation se fera par le couplage de deux piles 1,5 V. La LED jaune sera le témoin de mise sous tension.

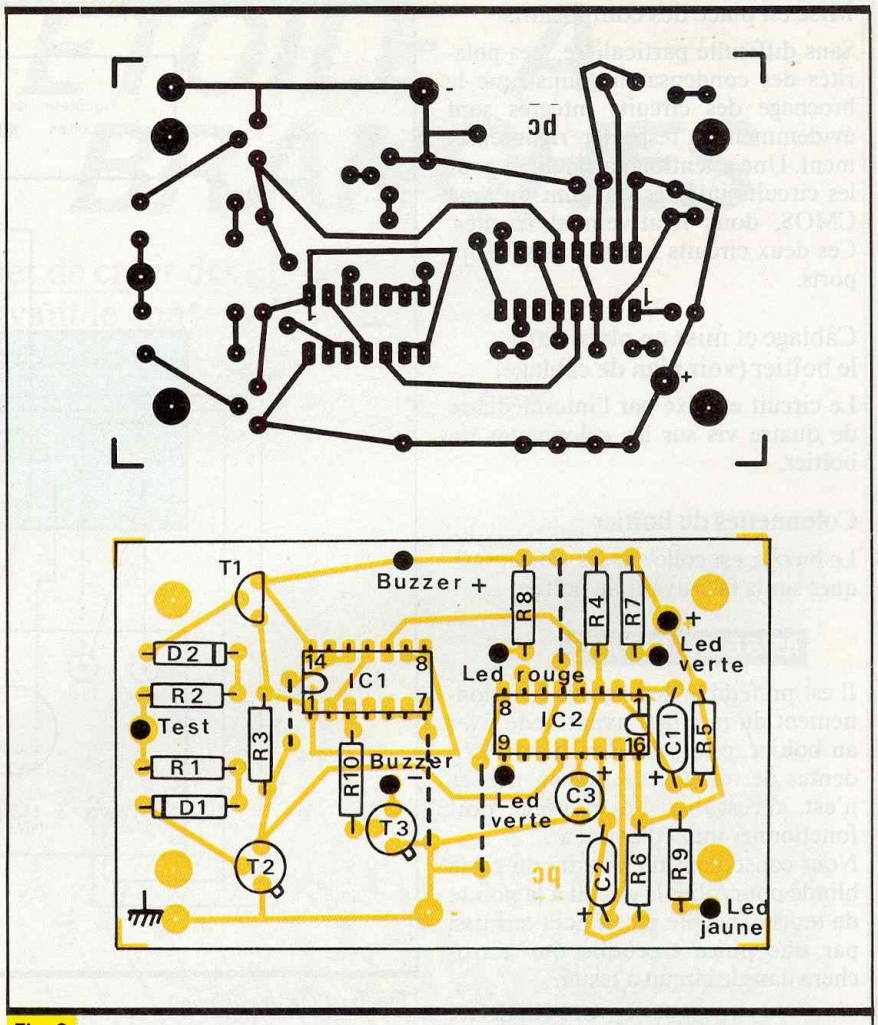


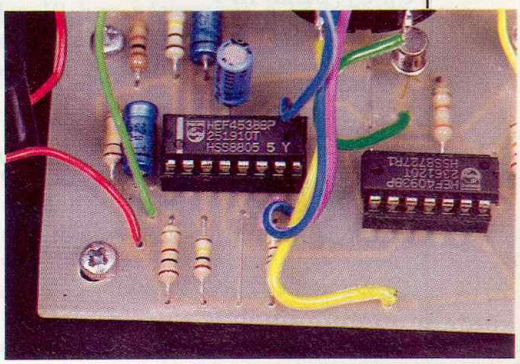
Fig. 3 et 4 *Tracé du circuit imprimé et implantation à l'échelle.*

REALISATION PRATIQUE (fig. 3 et 4)

Le tracé du circuit imprimé

Compte-tenu de la surface réduite du circuit, toutes les méthodes sont valables. Cependant, la méthode du mylar et insolation aux U.V. reste la plus pratique et la plus précise. Les pistes peuvent être étamées à froid ou tout simplement recouvertes d'un vernis de protection contre la corrosion.

Photo 3. – Présence de straps de liaison.



Mise en place des composants

Sans difficulté particulière. Les polarités des condensateurs ainsi que le brochage des circuits intégrés sont évidemment à respecter rigoureusement. Une attention particulière pour les circuits intégrés qui sont du type CMOS, donc relativement fragiles. Ces deux circuits seront mis sur supports.

Câblage et mise en place dans le boîtier (voir plan de câblage)

Le circuit est fixé par l'intermédiaire de quatre vis sur les colonnettes du boîtier.

Colonnettes du boîtier

Le buzzer est collé sur les trous pratiqués sur la face avant du boîtier.

MISE AU POINT

Il est préférable de tester le fonctionnement du montage avant de le fixer au boîtier, cela pour des raisons évidentes de retouches... Aucun réglage n'est nécessaire. Le montage doit fonctionner immédiatement.
Nous conseillons de prendre du câble blindé pour relier le circuit à la pointe de touche, le côté masse sera terminé par une pince crocodile qui accrochera dans le circuit à tester.

C. PIERRON

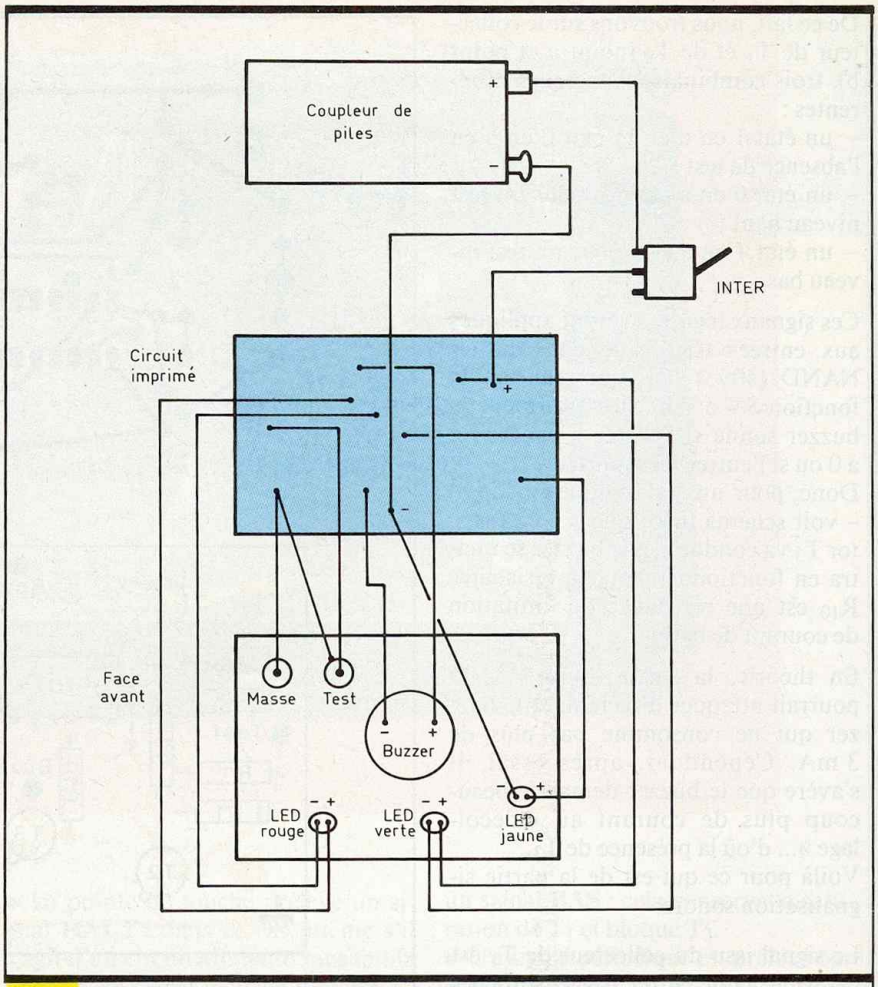


Fig. 5 *Plan de câblage.*

NOMENCLATURE DES COMPOSANTS

Résistances

R_1, R_2 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R_3 : 27 kΩ (rouge, violet, orange)
R_4, R_5, R_6 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_7, R_9 : 100 Ω (marron, noir, marron)
R_8 : 150 Ω (marron, vert, marron)
R_{10} : 39 kΩ (orange, blanc, orange)

Condensateurs

C_1, C_2 : 22 µF 16 V
C_3 : 1 µF, 16 V

Transistors

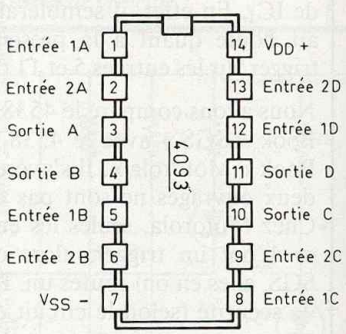
T_1 : BC309C
T_2, T_3 : BC109C (pour T_3, n'importe quel NPN convient)

Diodes

D_1, D_2 : AA 119 germanium

Circuits intégrés

CI_1 : 4093 (4 portes NAND, entrées trigger)
CI_2 : 4538 (double multivibrateur monostable)

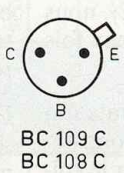


LED

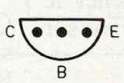
1 rouge
1 verte
1 jaune

Divers

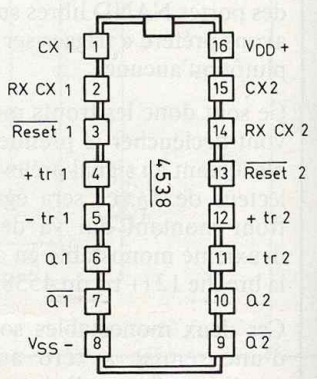
3 porte-LED
1 buzzer piézo
1 inter
Supports CI : 1 × 14 broches
1 × 16 broches
1 fiche RCA châssis
1 fiche banane châssis
1 coffret « MMP »
1 coupleur piles 2 × 1,5 V
Fil blindé
Fil de différentes couleurs



BC 109 C
BC 108 C



BC 309 C

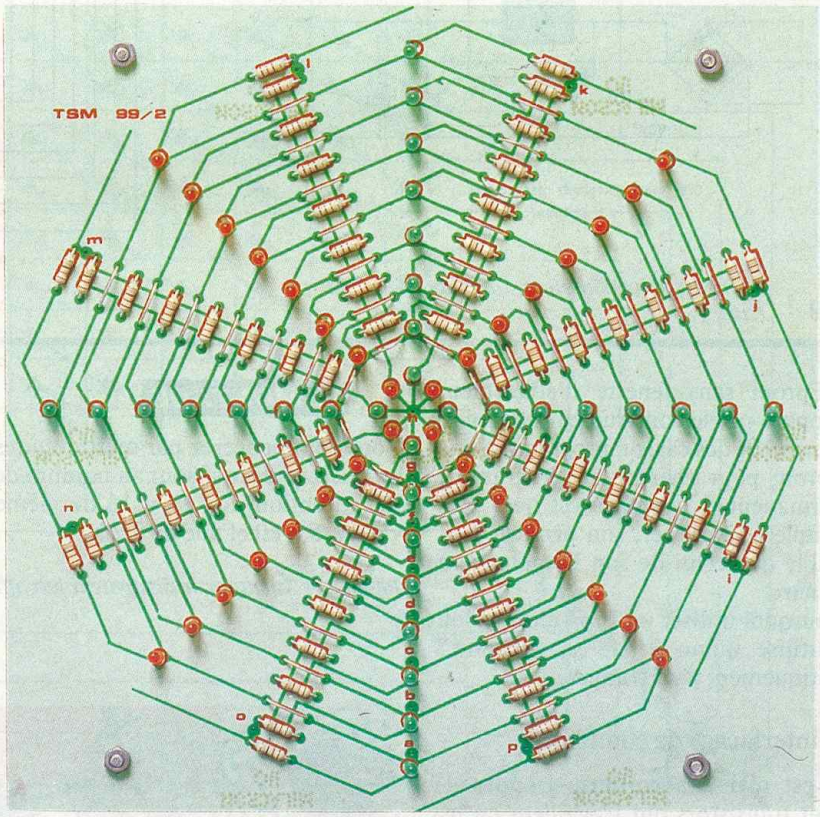


CONFORT

UNE ETOILE A HUIT BRANCHES

Ce montage permet de créer des effets lumineux très attrayants suivant le contenu des mémoires que l'on peut programmer soi-même si l'on dispose d'un programmateur d'Eprom. L'ensemble est disponible en kit sous la référence TSM 99.

Les LED sont toujours allumées par groupe de huit. On peut ainsi allumer simultanément un ou plusieurs groupes.
Le Bus X permet de créer les effets de cercles (niveau logique 0). Le Bus Y permet de créer les effets de lignes (niveau logique 1). Mais en fait on travaille sur les deux Bus pour valider le cercle ou la ligne à l'endroit désiré.



CARACTERISTIQUES

- Alimentation 9 V ~ ou 12 V =.
- Consommation maximale 1,5 A.
- Visualisation par 64 LED matricées en X-Y (matrice 8 × 8).
- 1 024 octets programmés dans chaque Eprom.
- Durée de déroulement d'une séquence : ≃ 8 minutes.
- Vitesse de déroulement réglable.
- Redressement, filtrage et régulation inclus.

DESCRIPTION

L'alimentation

C'est un système classique à régulateur. Un transfo 220 V/9 V 15 à 20 VA sera branché au point 9 V ~. Il est suivi d'un pont redresseur constitué par 4 diodes 1N4004 et d'un condensateur de filtrage. La tension continue obtenue est donc $9\ V \times \sqrt{2} = 9\ V \times 1.414 \simeq 12\ V$.
Pour obtenir le 5 V nécessaire à l'alimentation du montage et tenant compte de l'intensité nécessaire, on fait appel à deux régulateurs 7805 directement montés en parallèle. Un découplage est effectué au pied de chaque 7805 par un condensateur de 100 nF afin d'éviter les risques d'oscillation. Utiliser un dissipateur commun pour les deux régulateurs, car le circuit de masse passe par celui-ci.

Les deux condensateurs à la sortie de la régulation sont là pour compenser les chutes de tension provoquées par les points d'intensité lors de l'allumage des LED.

L'oscillateur

Il est confié à un 4093 (quadruple Trigger de Schmidt à 2 entrées). Il est réalisé simplement sur une porte, la deuxième sert à inverser le signal. Les deux dernières servent à peaufiner le signal obtenu, qui va aussi attaquer l'entrée horloge du compteur. La fréquence de ce signal est réglable grâce à P_1.

Le compteur

Il est confié à un 4040 (compteur binaire à 12 bits, dont on n'utilise que les 10 bits nécessaires à l'adressage des Eproms ; sorties Q_{12} et Q_{12} non connectées).

Les Eproms

Ce sont, comme le nom l'indique, des mémoires programmables. Il est déjà plus délicat d'en parler, car l'état des sorties est dépendant du programme que l'on y a écrit.
Par contre, l'originalité de ce montage réside dans l'utilisation d'un type

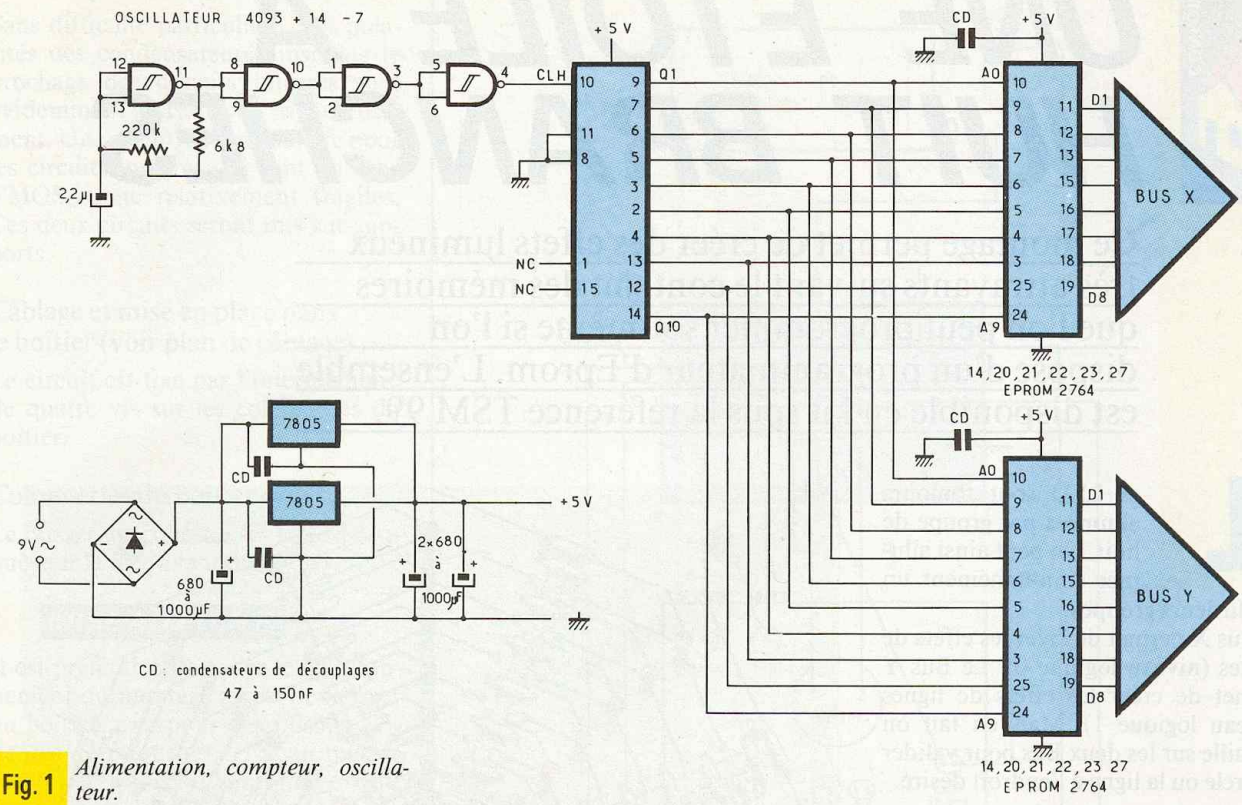


Fig. 1 *Alimentation, compteur, oscillateur.*

d'Eprom sans fenêtre d'effacement proposé par le constructeur NEC car, dans 99 % des cas, on programme une Eprom pour charger un programme permanent. L'avantage est que, plus simple à fabriquer, son prix est plus faible que celui de son homologue à fenêtre.
Pourquoi utiliser un 2764 alors qu'on n'utilise qu'un 8e de sa capacité ? Uniquement par économie !

L'interfaçage de commande

Il est réalisé avec deux groupes de huit transistors qui travaillent en interrupteurs (1 ou 0).
Le premier groupe (transistors PNP) est validé par le bus X avec un niveau logique bas et permet de commuter les anodes des LED au + 5 V d'alimentation.
Le deuxième groupe (transistors NPN) est validé par le bus Y avec un niveau logique haut et permet de commuter les cathodes des LED au – alimentation.
Cette configuration est un étage Totem Pôle, et la logique de commande pour allumer la LED est la suivante :

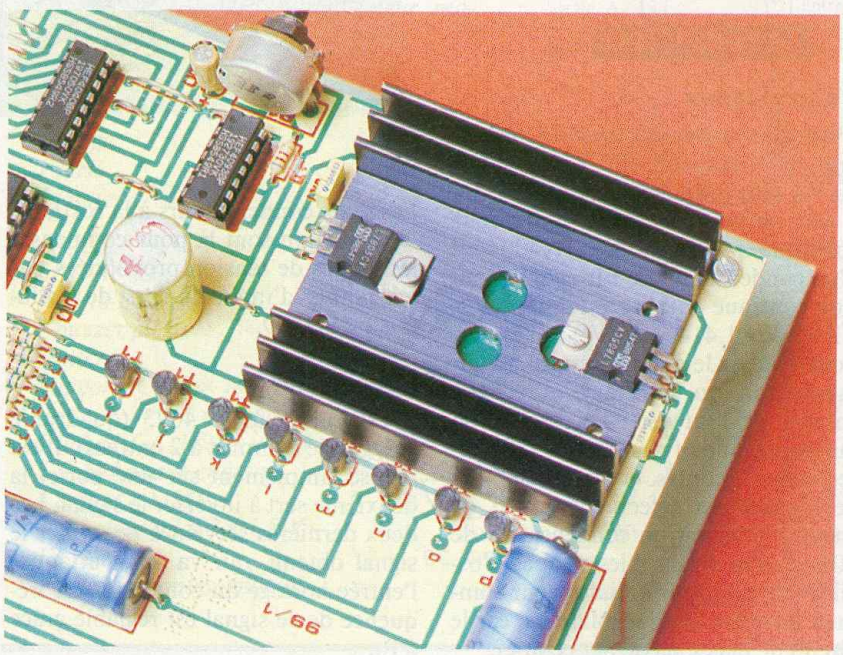
L = 1 si X = 0 et Y = 1
L = 0 si X = 0 et Y = 0
L = 0 si X = 1 et Y = 0
L = 0 si X = 1 et Y = 1

LE MONTAGE

Vous commencerez par mettre toutes les résistances, qui sont au nombre de 17. Attention, il y en a 16 de même valeur, 5,6 kΩ et une de 8,2 kΩ.

Vous utiliserez les queues de résistance pour les petits straps. Pour les straps plus longs, du fil est fourni dans le kit, que vous couperez à la bonne dimension pour l'insertion sur le circuit imprimé.

Photo 2. – Attention, le dissipateur fait office de liaison.



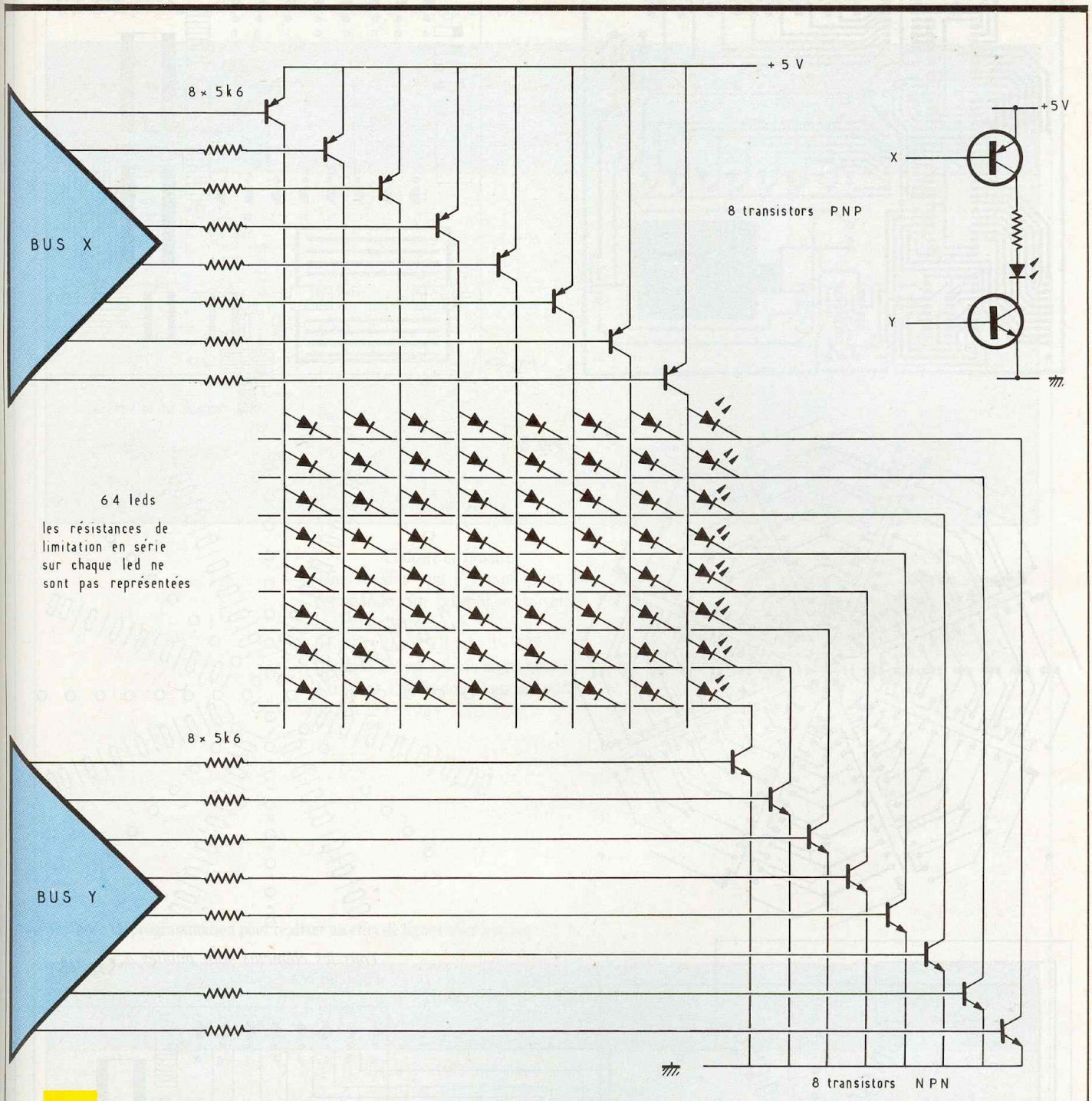


Fig. 2 *Interface à transistors.*

Les condensateurs se placeront comme indiqué sur la sérigraphie. Attention, il y en a 3 polarisés : C_1, C_2, C_3. Les 100 NF n'ont pas de sens d'implantation.
Les transistors sont à insérer comme indiqué sur la sérigraphie. Attention, il y en a deux sortes : NPN, PNP (voir nomenclature).
Les régulateurs seront fixés sur le radiateur fourni dans le kit (voir schéma d'implantation).

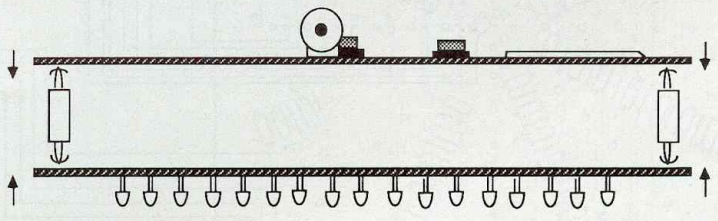


Fig. 7 *Mise en place des deux circuits.*

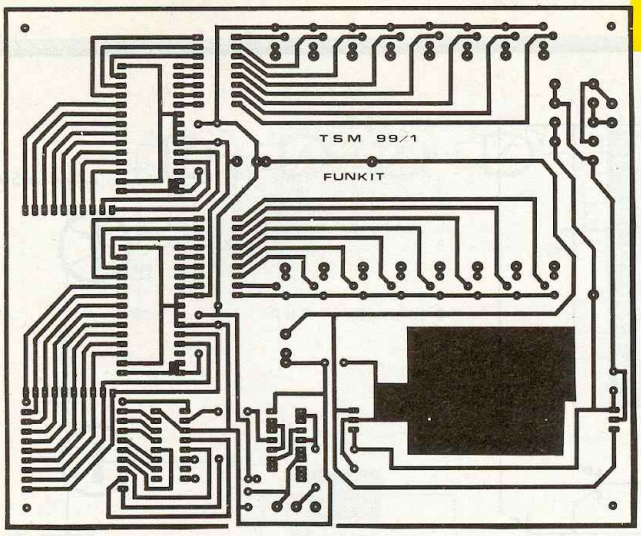


Fig. 3

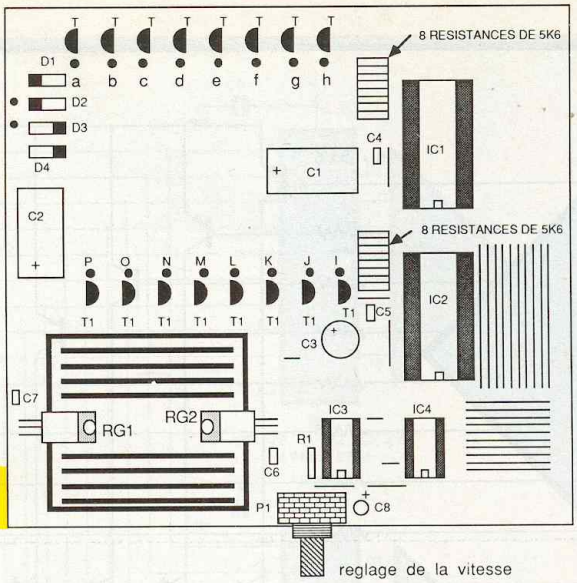


Fig. 4

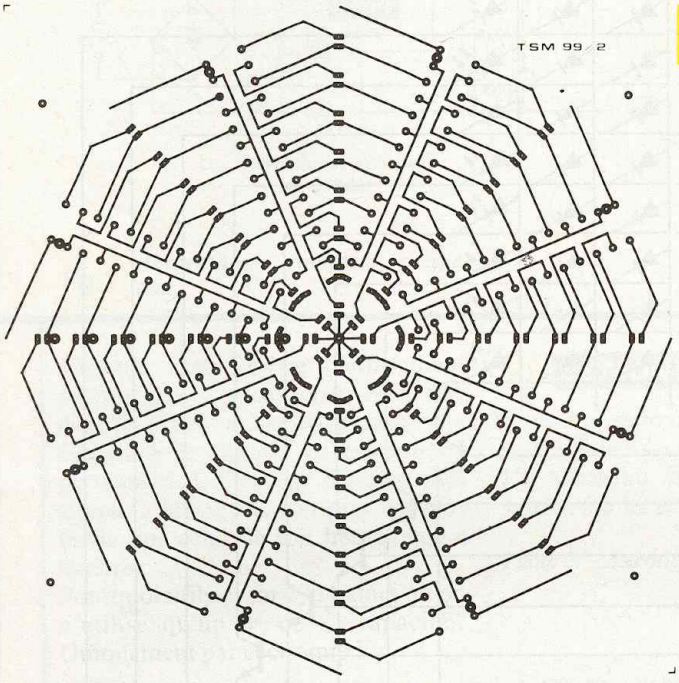
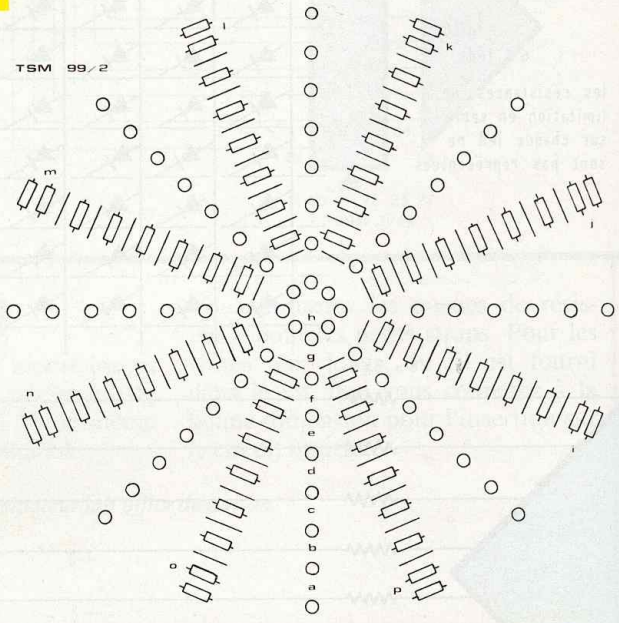
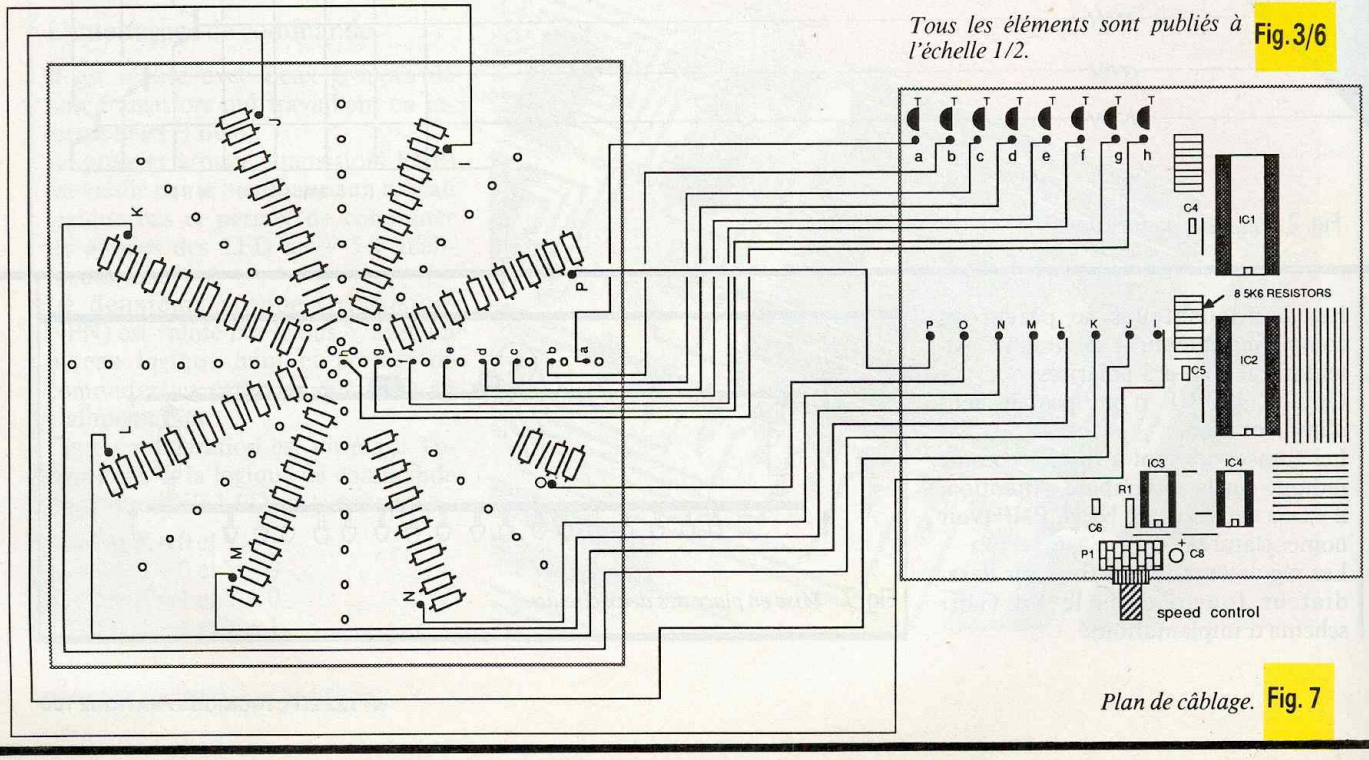


Fig. 5



Tous les éléments sont publiés à l'échelle 1/2.

Fig. 3/6



Plan de câblage.

Fig. 7

Méthode de programmation pour réaliser un effet de cercles aller et retour

Eprom X données	D_1 D_2 D_3 D_4 D_5 D_6 D_7 D_8		Eprom Y	D_1 D_2 D_3 D_4 D_5 D_6 D_7 D_8	
Poids binaire	128 64 32 16 8 4 2 1	Valeur octet en décimal		128 64 32 16 8 4 2 1	Valeur octet en décimal
Pour Eprom X Bit de commande à l'état bas	0 1 1 1 1 1 1 1	127	Pour Eprom Y Bit de commande à l'état haut	1 1 1 1 1 1 1 1	255
	1 0 1 1 1 1 1 1	191		1 1 1 1 1 1 1 1	255
	1 1 0 1 1 1 1 1	223		1 1 1 1 1 1 1 1	255
	1 1 1 0 1 1 1 1	239		1 1 1 1 1 1 1 1	255
	1 1 1 1 0 1 1 1	247		1 1 1 1 1 1 1 1	255
	1 1 1 1 1 0 1 1	251		1 1 1 1 1 1 1 1	255
	1 1 1 1 1 1 0 1	253		1 1 1 1 1 1 1 1	255
	1 1 1 1 1 1 1 0	254		1 1 1 1 1 1 1 1	255
	1 1 1 1 1 1 0 1	253		1 1 1 1 1 1 1 1	255
	1 1 1 1 1 0 1 1	251		1 1 1 1 1 1 1 1	255
	1 1 1 1 0 1 1 1	247		1 1 1 1 1 1 1 1	255
	1 1 1 0 1 1 1 1	239		1 1 1 1 1 1 1 1	255
	1 1 0 1 1 1 1 1	223		1 1 1 1 1 1 1 1	255
	1 0 1 1 1 1 1 1	191		1 1 1 1 1 1 1 1	255
	0 1 1 1 1 1 1 1	127		1 1 1 1 1 1 1 1	255

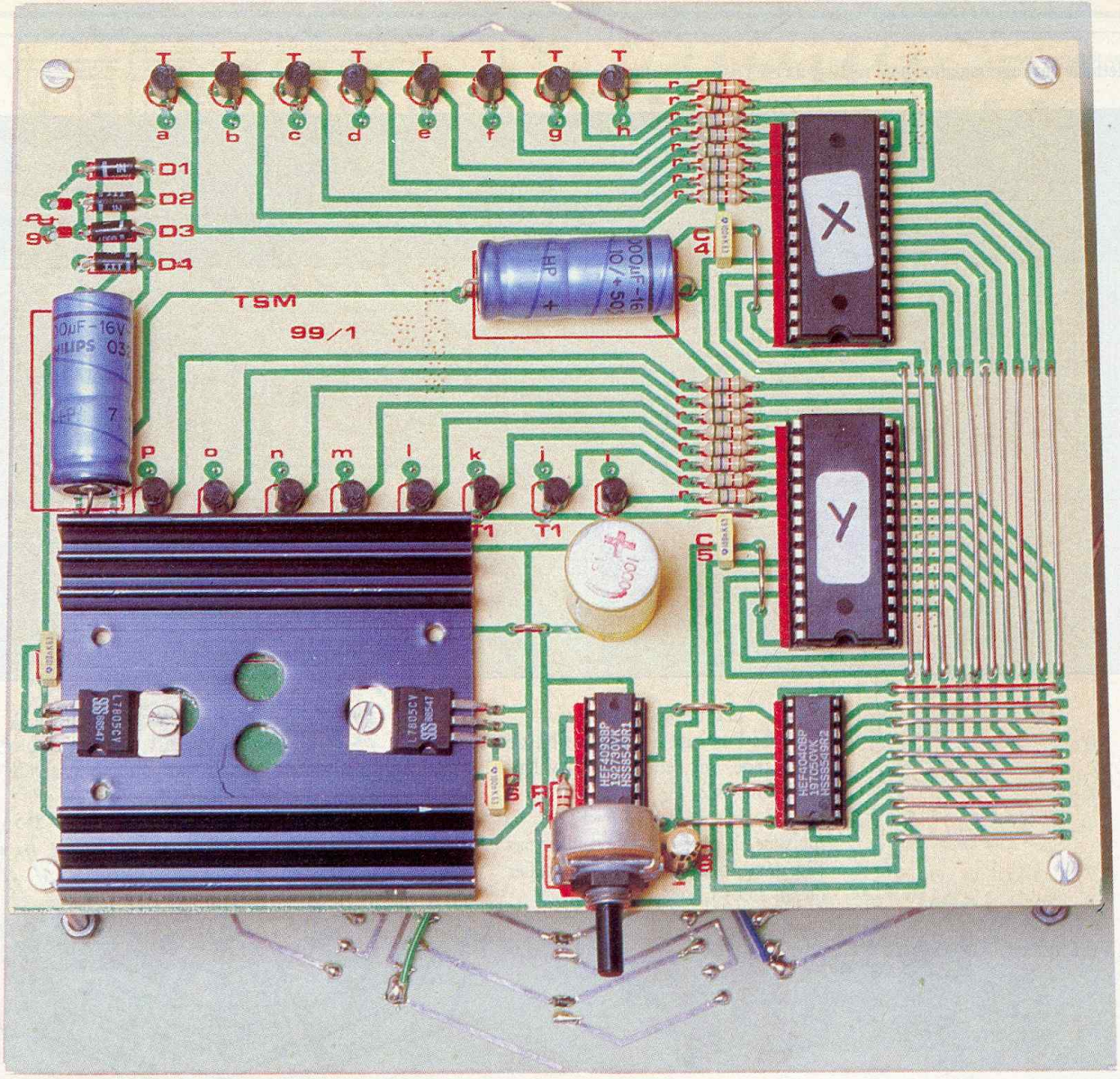
Ecriture en binaire.
Tous les bits sont à 1 sauf le bit de commande. Sur cette ligne, la valeur en décimal est :
64 + 32 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1 = 127
(puisque D_1 est à 0, on ne compte pas 128 dans l'addition). Pour simplifier on fait 255 – 128 = 127

Validation en permanence du Bus Y.
Tous les bits sont à 1, alors on ajoute par une simple addition tous les poids binaires
128 + 64 + 32 + 16 + 8 + 4 + 2 + 1 = 255

Méthode de programmation pour réaliser un effet de lignes aller et retour

Poids binaire Eprom X	D_1 D_2 D_3 D_4 D_5 D_6 D_7 D_8 128 64 32 16 8 4 2 1	Valeur octet en décimal	Eprom Y	D_1 D_2 D_3 D_4 D_5 D_6 D_7 D_8 128 64 32 16 8 4 2 1	Valeur octet en décimal
Pour Eprom X Bit de commande à l'état bas	0 0 0 0 0 0 0 0	0	Pour Eprom Y Bit de commande à l'état haut	1 0 0 0 0 0 0 0	128
	0 0 0 0 0 0 0 0	0		0 1 0 0 0 0 0 0	64
	0 0 0 0 0 0 0 0	0		0 0 1 0 0 0 0 0	32
	0 0 0 0 0 0 0 0	0		0 0 0 1 0 0 0 0	16
	0 0 0 0 0 0 0 0	0		0 0 0 0 1 0 0 0	8
	0 0 0 0 0 0 0 0	0		0 0 0 0 0 1 0 0	4
	0 0 0 0 0 0 0 0	0		0 0 0 0 0 0 1 0	2
	0 0 0 0 0 0 0 0	0		0 0 0 0 0 0 0 1	1
	0 0 0 0 0 0 0 0	0		0 0 0 0 0 0 1 0	2
	0 0 0 0 0 0 0 0	0		0 0 0 0 0 1 0 0	4
	0 0 0 0 0 0 0 0	0		0 0 0 0 1 0 0 0	8
	0 0 0 0 0 0 0 0	0		0 0 0 1 0 0 0 0	16
	0 0 0 0 0 0 0 0	0		0 0 1 0 0 0 0 0	32
	0 0 0 0 0 0 0 0	0		0 1 0 0 0 0 0 0	64
	0 0 0 0 0 0 0 0	0		1 0 0 0 0 0 0 0	128

Les valeurs en décimal servent à changer une éprom avec un micro-ordinateur



Aspect de la carte imprimée principale.

Les supports de circuits intégrés sont fournis dans ce kit ; vous les implanterez comme indiqué, selon le nombre de broches.
Pour X et Y, ceux-ci sont des mémoires programmes ; ils seront placés à leur place respective X IC_1, et Y IC_2.
Le potentiomètre sert à régler la vitesse du programme.
Ce kit fonctionne sur 12 V alternatif sous 1 A ; vous pouvez aussi l'utiliser en 12 V continu en vous branchant sur le chimique C_2.

■

LISTE DES COMPOSANTS

Résistances

1 circuit imprimé
R : 16 résistances de 5,6 kΩ
R_1 : 8,2 kΩ

Condensateurs non polarisés

C_4, C_5 : 100 nF
C_6, C_7 : 100 nF

Condensateurs polarisés

C_1, C_2, C_3 : 1 000 µF
C_8 : 2,2 µF

Transistors

T : 8 transistors BC557 B
T_1 : 8 transistors BC547 B

Diodes

D_1, D_2, D_3, D_4 : 1N4004 ou équivalents

Régulateurs

RG_1, RG_2 : 7805 (régulateur 5 V)

Potentiomètres

P_1 : 220 K

Supports de circuits intégrés

2 × 16 broches
2 × 28 broches

Circuits intégrés

IC_1 : X
IC_2 : Y
IC_3 : CD 4093
IC_4 : CD 4040

LE MX 50 METRIX

Connu des professionnels comme du grand public, Metrix-ITT Instruments fait partie des leaders en métrologie. *Electronique Pratique* vous livre dans ses colonnes les résultats du banc d'essais effectué sur le MX 50, un des derniers produits commercialisés par cette société.

Depuis quelques années, Metrix fournit sans conteste des multimètres au design parfaitement fonctionnel. Muni de tampons caoutchouc antidérapants, l'appareil est aussi facilement manipulable posé sur une table, béquille dépliée, que dans la main, que l'on soit droitier ou gaucher.
D'aspect agréable à l'œil, le MX 50, de couleur grise, offre un affichage « panoramique » avec bargraph.

L'ANALOGIQUE REJOINT LE NUMERIQUE

Le système opérant la conversion analogique/numérique, 5 000 points de lecture par calibre ainsi qu'un bargraph de 50 divisions, cet afficheur linéaire fonctionne suivant les trois modes :

1° Mode normal

En bargraph de 50 points.

2° Mode Zéro

Ce mode d'affichage est celui d'un galvanomètre à zéro central, particulièrement intéressant pour détecter rapidement une polarité ou le zéro d'un pont de mesure (type pont de Wheatstone). L'afficheur numérique indique plus précisément la valeur absolue et l'unité de la grandeur électrique mesurée.

3° Mode Zoom
ou échelle dilatée

Le zoom affine l'analyse des variations linéaires avec une résolution de **0,4 %.** Il permet ainsi de dilater cinq fois l'échelle d'affichage. En cas d'évolution de la mesure, le mode Zoom suit automatiquement l'affichage numérique, à l'intérieur de la gamme.
A signaler qu'en mode Mémoire (*MEM*) ou en mode Peakhold (*MAX*), le bargraph continue à visualiser instantanément la grandeur mesurée. Ce type de fonctionnement est appelé *« Life Trend Mode »*.

L'AFFICHAGE

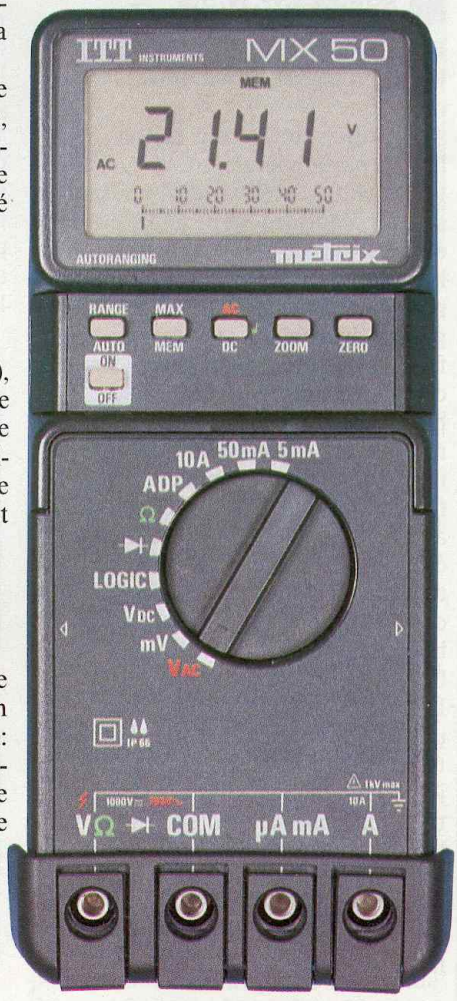
Du type LCD (à cristaux liquides), l'afficheur offre une visibilité correcte sous tous ses angles. Il comporte 4 chiffres de 12 mm et fournit les unités et les symboles. Un bargraph de 50 points par calibre est également disponible.

L'ALIMENTATION

Une pile de 9 V du type 6F22 alcaline lui confère une autonomie d'environ un an, grâce à l'arrêt automatique : 30 min après la dernière manipulation du rotacteur central ou d'une touche de fonction, l'appareil passe en mode « veille ».

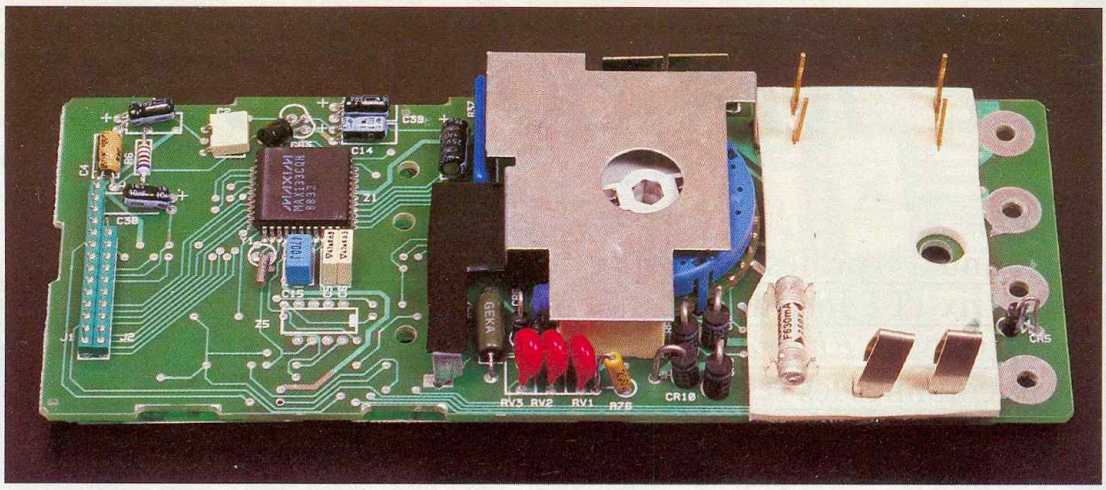
SELECTION DES FONCTIONS

Un rotacteur à dix positions permet la sélection des fonctions ainsi que des calibres « courant ». Un ensemble de touches offre les différentes options disponibles (zoom, zéro...). L'appareil, en configuration ohmmètre ou voltmètre, peut travailler soit en mode manuel, soit en mode automatique (autoranging).



LES CORDONS

Modèles de sécurité, ils sont munis à une extrémité de fiches banane à double isolement et à l'autre extrémité de pointes de touches équipées d'un anneau de garde et d'un nervurage, pour une prise en main correcte.



L'intérieur du MX 50 révèle une haute technologie.

PROTECTIONS ELECTRIQUES

Deux fusibles de 630 mA et 10 A HPC protègent entre autres l'appareil.

A ce propos, nous nous devons de féliciter particulièrement le constructeur quant à l'effort fourni pour la sécurité d'emploi de l'appareil : en effet, la pile de 9 V d'alimentation et les deux fusibles de protection sont placés dans deux cavités étanches séparées du câblage, en dessous de la face avant du multimètre. En cas d'échange soit de la pile, soit du fusible, il est donc nécessaire de déverrouiller cette face avant, ce qui est impossible sans déconnecter l'adaptateur Secur'x et, par conséquent, sans avoir préalablement débranché les cordons de mesure. L'outil permettant de déconnecter l'adaptateur et d'ouvrir l'appareil n'est autre que la béquille spécialement adaptée à ce besoin et livrée avec l'appareil.

Les deux cavités (pour fusibles et pile) sont rendues étanches vers l'extérieur de l'instrument grâce à un joint caoutchouc spécial de couverture, mais elles le sont également vers la circuiterie interne, ce qui évite toute détérioration par coulure de la pile. Par ailleurs, l'ouverture du boîtier interne pour cette manutention n'est plus nécessaire.

PROTECTION DE L'APPAREIL CONTRE L'ENVIRONNEMENT EXTERIEUR

En électricité, il existe une norme française s'appliquant à la protection procurée par les matériels électriques, concernant les personnes et les appareils eux-mêmes. Elle est symbolisée par I.P. (indice de protection), suivi de trois chiffres (degrés) : le premier indique la protection des personnes contre les contacts avec les parties sous tension et contre la pénétration des corps solides et des poussières ; le second la protection contre la pénétration de liquides, et le troisième la protection contre les chocs mécaniques.

Le MX 50 possède un **I.P. 66-**, ce qui signifie que le multimètre est protégé totalement contre la pénétration des poussières ainsi que contre tout contact électrique (premier 6) ; de plus, il résistera contre la projection de paquets de mer et projections similaires (second chiffre 6). Cet indice de protection lui confère une place tout à fait honorable au niveau protection externe. Cependant, une question reste suspendue à nos lèvres : quelle est la valeur du troisième degré ?

- **Tension continue**

Calibre	Résolution	Précision	Impédance d'entrée	Protection
500 mV	0,1 mV	0,5 % + 1 digit	1 000 MΩ	1 100 V crête
5 V	1 mV		11 MΩ	
50 V	10 mV		10 MΩ	
500 V	100 mV		10 MΩ	
1 000 V	1 V		10 MΩ	

- **Tension alternative**

Calibre	Résolution
500 MV	0,1 mV
5 V	1 mV
50 V	10 mV
500 V	100 mV
750 V	1 V

Précision : 1,2 % + 2 digits à 40 Hz.

- **Courant continu**

Calibre	Résolution	Chute de tension	Précision
5 mA	1 µA	800 mV	1,2 % + 2 digits
50 mA	10 µA	500 mV	
10 A	10 mA	500 mV	

• **Courant alternatif**

Calibre	Résolution
5 mA 50 mA 10 A	1 µA 10 µA 10 mA

Précision : 2 % + 2 digits à 40 Hz.

• **Test diode**

Calibre	Résolution	Courant de test	Protection
500 mV	0,1 mV	1 mA	380 V alternatif

• **Test de continuité visuel et sonore**

Calibre	Résolution	Déclenchement	Protection
500 Ω	0,1 Ω	R < 20 Ω	380 V alternatif

• **Ohmmètre**

Calibre	Précision	Résolution	Impédance d'entrée		Protection
500 Ω 5 kΩ 50 kΩ 500 kΩ	0,7 % + 2 digits	0,1 Ω 1 Ω 10 Ω 100 Ω	< 500 mV < 500 mV < 500 mV < 500 mV	I < 0,3 mA I < 50 µA I < 10 µA I < 1 µA	dispositif électronique 380 V alternatif
5 MΩ	0,8 % + 2 digits	1 kΩ	< 500 mV	I < 100 nA	
40 MΩ	2 %	10 kΩ	< 3 V	I < 100 nA	

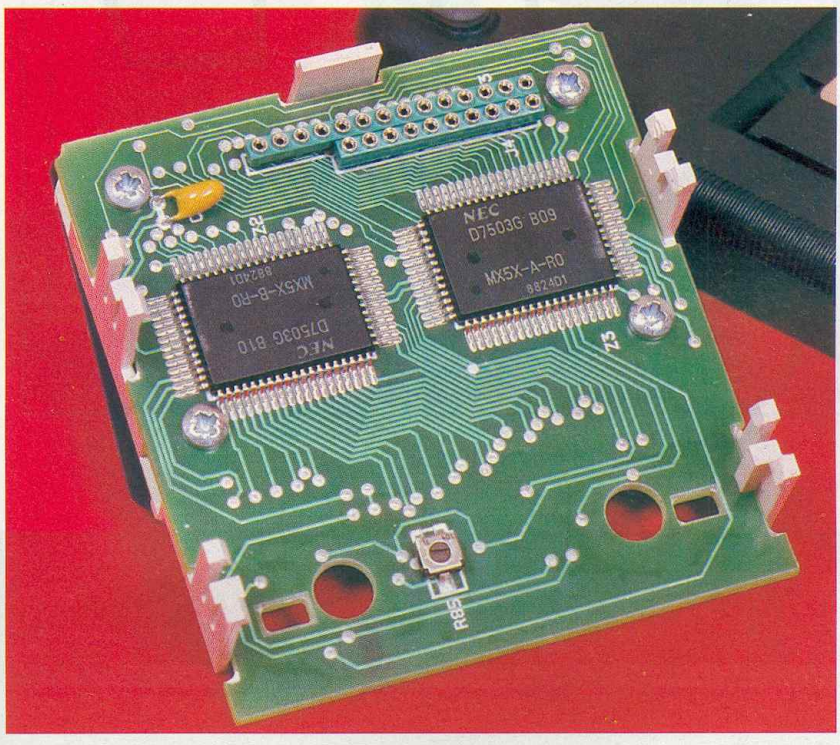
• **Extension des fonctions et des calibres**

Prévue pour l'emploi d'accessoires tels que compte-tours, sonde de température, pince transformateur, transducteur, shunts, la position ADP (adaptateur) a un calibre de 500 mV DC sans indication d'unité.

• **Testeur logique**

Cette fonction permet la détection de niveaux logiques sur un circuit. On peut alors afficher les états suivants :

Niveau logique 0
→ affichage LO
Niveau logique 1
→ affichage HI
Circuit ouvert
→ affichage OPEN



Cette indication visuelle est doublée d'une indication sonore commutable grâce à un beeper à deux fréquences.

CONCLUSION

Un des points faibles de l'appareil réside en l'absence de calibre inférieur à 5 mA, ce qui donnerait alors une sensibilité meilleure qu'1 µA. De même, aucun calibre ne s'insère entre 50 mA et 10 A, ce qui est ennuyeux.

Cependant, la conception mécanique originale du MX 50 offre un niveau de sécurité élevé, tant par l'étanchéité procurée que pour les manipulations de la pile et des fusibles.

De même, l'adjonction d'un bargraph au multimètre apporte un réel plus : les modes *Zéro, Zoom* et *Life Trend Mode* seront effectivement très utiles lors de mesures.

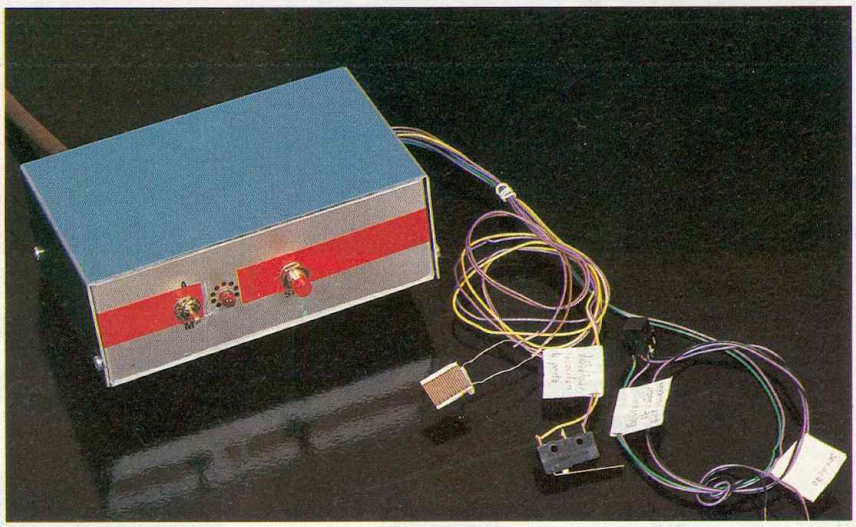
Le MX 50 de Metrix est somme toute performant. Faisant partie intégrante des multimètres de la série 50, il est commercialisé dans tout le réseau de distribution Metrix, notamment chez Mesurelec.

C. PICHON

ECLAIRAGE AUTOMATIQUE

Sous ce titre peu explicite se cache un montage qui rendra bien des services aux fêtards et plus généralement à tous ceux rentrant ou recevant chez eux la nuit.

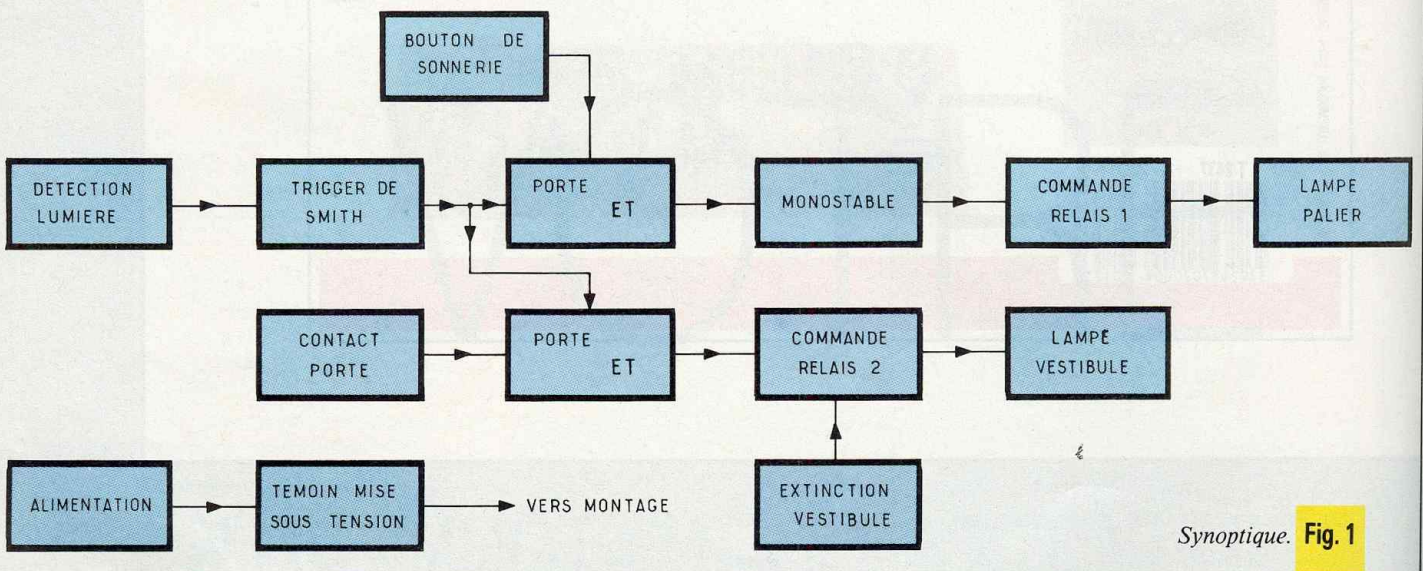
En effet, qui de nous, lorsqu'il rentrait chez lui en pleine nuit, que ce soit au garage ou à la maison, n'a pas eu de problème pour trouver l'interrupteur d'éclairage du couloir ou du sous-sol ?
Probablement peu de personnes n'ont pas été confrontées à ce problème.
La réalisation décrite ci-après propose d'éclairer le palier lors d'un coup de sonnette, ce qui permettra aux résidents de leur visiteur, pour peu que ceux-ci aient un œil-de-bœuf dans leur porte, d'éclairer aussi leur vestibule ou leur sous-sol ou garage, ou encore toute autre pièce à l'ouverture de la porte de ces derniers lieux.



I – LE SCHEMA ELECTRONIQUE

A la **figure 1,** nous pouvons voir le synoptique du montage, qui est simple et qui explique avec une grande clarté le fonctionnement du montage.

En effet, le premier étage « détection lumière » est constitué comme on peut le voir sur le schéma de principe, **figure 2,** par une photorésistance montée en pont diviseur suivi d'un trigger de Schmitt réalisé avec des portes NOR, destiné à remettre en forme les signaux provenant du pont, permettant ensuite d'attaquer des portes logiques.
Le trigger est constitué de NOR, car avec les deux autres portes constituant le monostable (voir après), cela fait un circuit intégré, plus un autre



Synoptique. **Fig. 1**

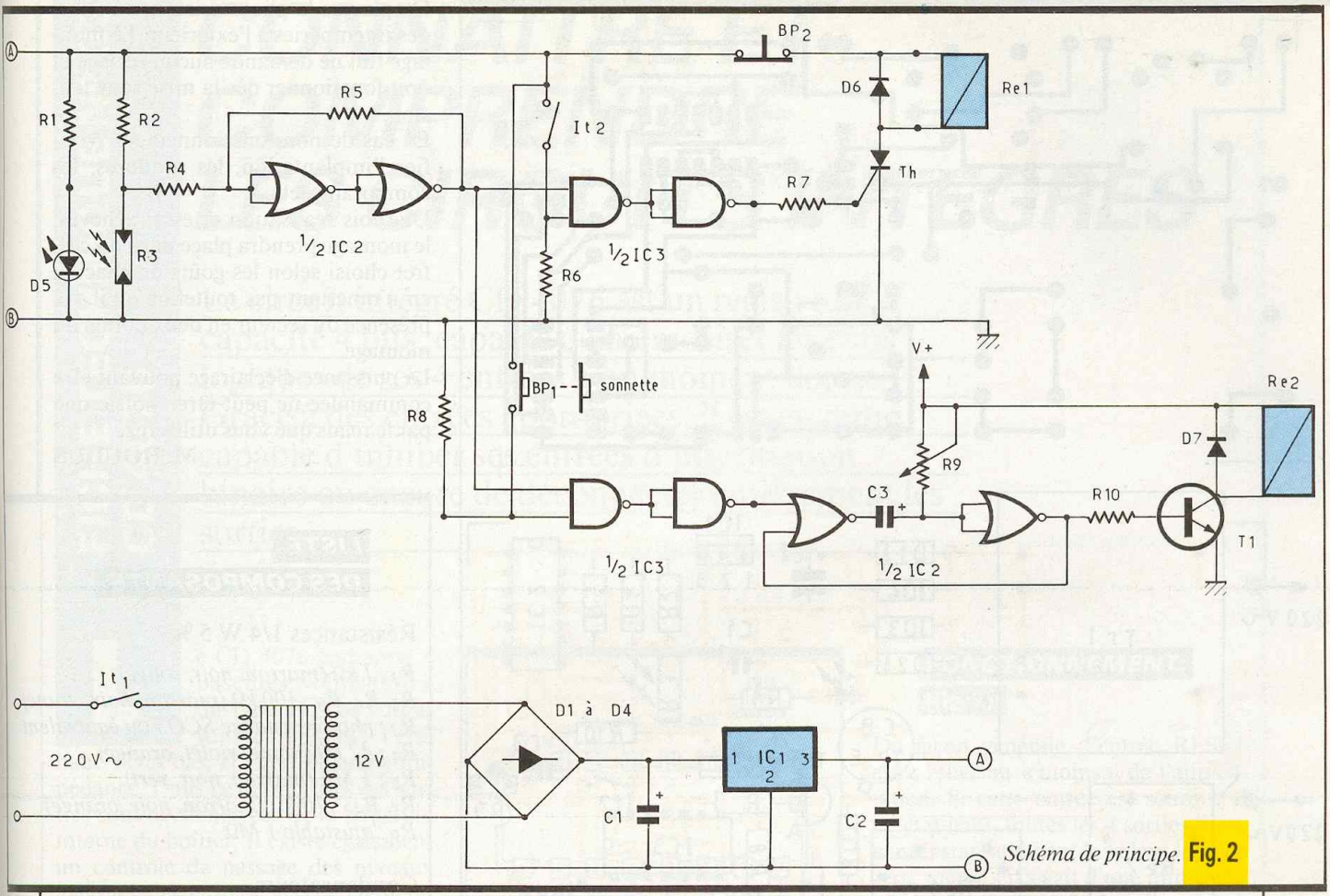
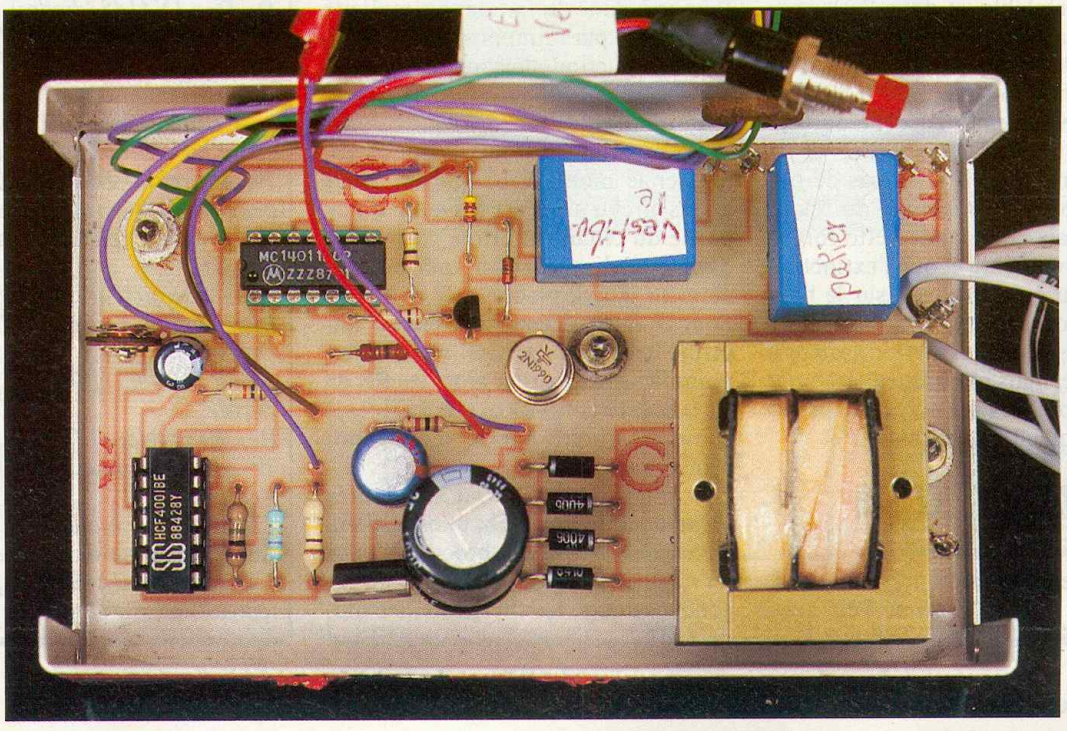


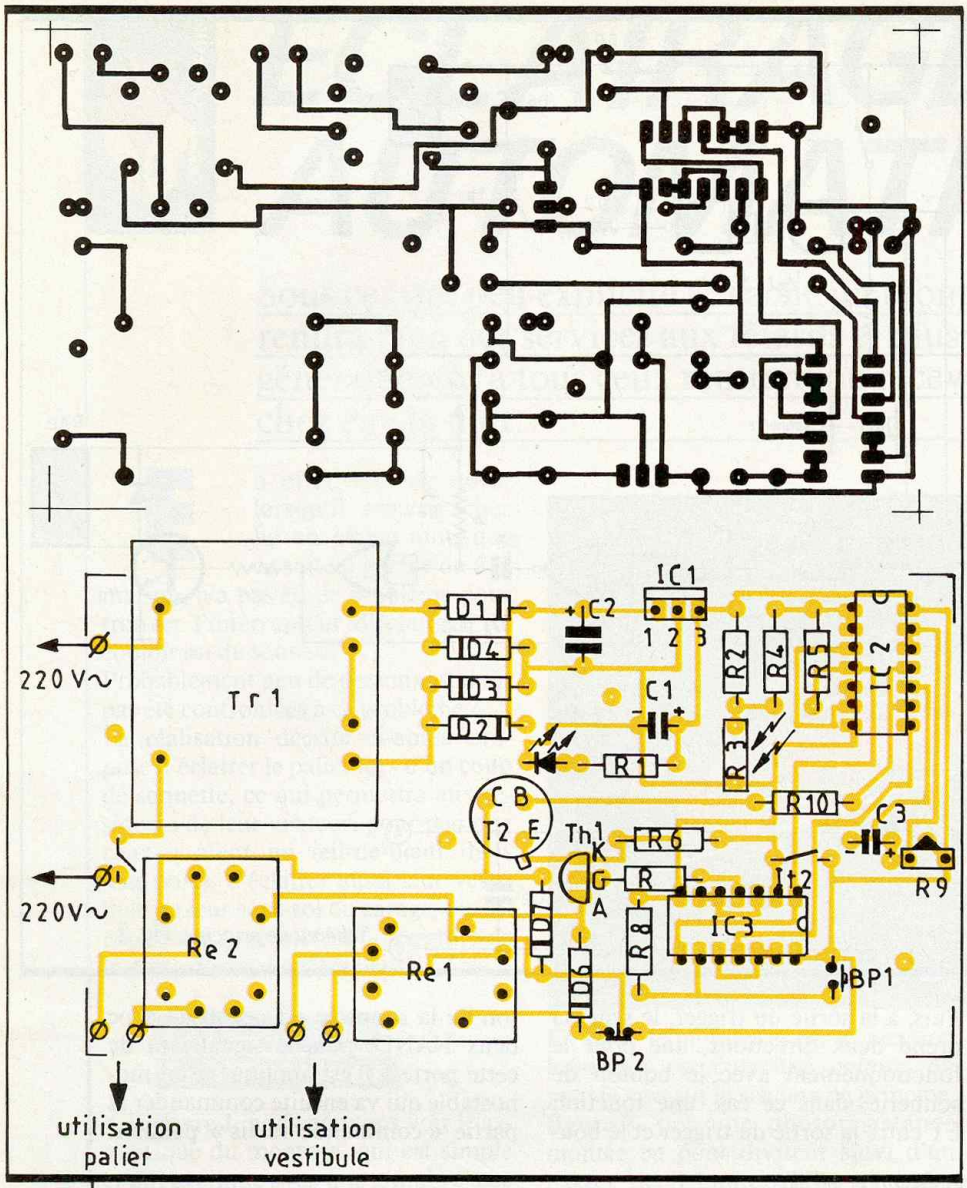
Schéma de principe. **Fig. 2**

avec des portes NAND pour les fonctions ET, cela ne fait que deux boîtiers au lieu de trois, si le trigger avait été fait NAND, ainsi, gain de place et économie d'un circuit intégré.

Puis, à la sortie du trigger, le schéma prend deux directions, une pour le fonctionnement avec le bouton de sonnerie, dans ce cas, une fonction ET entre la sortie du trigger et le bouton de la sonnette est constitué avec deux NAND, puis le signal issu de cette porte ET est appliqué à un monostable qui va ensuite commander la partie « commande relais » pendant

Photo 2. – Mise en place du module à l'intérieur du coffret « Teko ».





un temps réglable, et donc l'éclairage du palier, avant d'éteindre ce dernier. La seconde direction est identique à la précédente mis à part que la fonction ET se fait entre la sortie du trigger et le contact d'ouverture de la porte d'entrée, qu'il n'y a pas de minuterie pour la commande du relais, que le relais commande cette fois la lampe du vestibule et que l'extinction n'aura lieu que par appui sur le bouton-poussoir d'extinction.

Là encore, une alimentation secteur a été prévue, mais une alimentation par piles est toujours possible à condition toutefois qu'elles délivrent 12 V.

II - REALISATION PRATIQUE

Comme le schéma est très simple, le dessin du circuit imprimé l'est aussi et est donné, échelle 1, à la **figure 3.**

Il pourra donc du fait de sa simplicité être réalisé par n'importe quel moyen de reproduction déjà connu, Mecanorma, plaque à pastille, photogravure, etc.

Pour ceux qui auront décidé d'alimenter le montage par pile(s), nous avons prévu une suppression d'une partie du circuit imprimé correspondant à l'alimentation, permettant alors un gain de place.

Pour ce faire, découper le circuit imprimé en deux parties suivant les pointillés et raccorder alors les fils de l'alimentation choisie (pile(s)) comme indiqué sur le circuit imprimé.

Les composants seront implantés comme sur la **figure 3b,** et on veillera à respecter le sens des brochages pour les circuits intégrés, le régulateur, les condensateurs, les thyristors, les diodes.

On placera la photorésistance à l'abri des intempéries à l'extérieur. Le montage fini ne demande aucun réglage et doit fonctionner dès la mise sous tension.

En cas de non-fonctionnement, vérifier l'implantation, les soudures, les composants, etc.

Une fois réalisation et essai achevés, le montage prendra place dans un coffret choisi selon les goûts de chacun, en n'omettant pas toutefois qu'il y a présence du secteur en deux points du montage.

La puissance d'éclairage pouvant être commandée ne peut être choisie que par le relais que vous utiliserez.

M. HOUDUS

LISTE DES COMPOSANTS

Résistances 1/4 W 5 %

R_1 : 1 kΩ (marron, noir, rouge)
R_2, R_6, R_8 : 100 kΩ (marron, noir, jaune)
R_3 : photorésistance SCO5 ou équivalent
R_4 : 47 kΩ (jaune, violet, orange)
R_5 : 1 MΩ (marron, noir, vert)
R_7, R_{10} : 10 kΩ (marron, noir, orange)
R_9 : ajustable 1 MΩ

Condensateurs

C_1 : chimique 1 000 µF à 2 200 µF 25 V
C_2 : 100 µF 16 V chimique (suivant tempo) ou moins, ex : 68 µF

Actifs

D_1 à D_4 : 1N4001 (diodes)
D_5 : LED ⌀ 5 mm rouge
D_6, D_7 : 1N4148 (diodes)
IC_1 : L7812CV ou équiv.
IC_2 : 4001
IC_3 : 4011
T_1 : transistor 2N1711 ou équiv. (par ex. : 2N1990)
Th_1 : thyristor BRY-55-30 ou équiv. (par ex. : C203D)
It_1 : inter simple à bascule 2 positions ON-OFF
It_2 : microrupteur ou contact de porte NF
BP_1 : bouton-poussoir ET Normalement Ouvert
BP_2 : bouton-poussoir Normalement Fermé
Re_1, Re_2 : relais 12 V 1T
Tr_1 : transformateur 220 V/12 V 0,1 A
1 coffret
1 fiche secteur mâle
1 cordon secteur deux conducteurs + terre
1 dissipateur de chaleur pour le régulateur

FICHE TECHNIQUE N° 33
CD 4076

CONNAITRE ET COMPRENDRE LES CIRCUITS INTEGRES

Le circuit intégré CD 4076 est un registre de capacité 4 bits, capable de mémoriser les états logiques de ses 4 entrées à un moment donné. Grâce à des entrées appropriées, il est en outre capable d'inhiber ses entrées d'information binaire ou encore de déconnecter entièrement les sorties.

Le CD 4076 comporte 4 bascules « flip-flop » du type D. Les sorties sont à 3 états : l'état haut, l'état bas, et l'état de haute impédance. Dans ce dernier cas, les sorties sont déconnectées de la structure interne du boîtier. Il existe également un contrôle de passage des niveaux logiques des entrées vers le cœur du boîtier. L'alimentation peut aller de 3 à 20 V, et la consommation reste très modeste : de l'ordre du micro-ampère. Sur les sorties, le débit reste limité à quelques milli-ampères, comme c'est souvent le cas des circuits intégrés de la famille MOS.

BROCHAGE (fig. 1)

Le boîtier comporte 16 broches « dual in line » (2 rangées de 8). Le « plus » alimentation correspond à la broche n° 16, tandis que le « moins » se rapporte à la broche n° 8. Au niveau des entrées, on distingue :

- le contrôle du passage des informations d'entrées : G_1 et G_2 (broches n° 9 et 10) ;
- le contrôle de la connexion des sorties avec la structure interne : M et N (broches n°s 1 et 2) ;
- l'entrée CLOCK (broche n° 7) ;
- l'entrée RESET (broche n° 15) ;
- les quatre entrées DATA : D_1 à D_4 (broches n°s 14, 13, 12 et 11).

Concernant les sorties, elles se limitent aux 4 sorties d'information Q_1 à Q_4 (broches n°s 3, 4, 5 et 6).

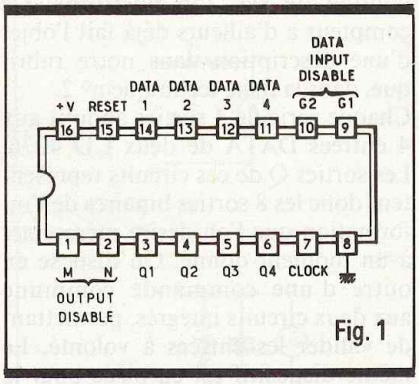


Fig. 1

FONCTIONNEMENT (fig. 2)

De façon générale, l'entrée RESET est à relier au « moins » de l'alimentation. Si cette entrée est soumise à un état haut, toutes les 4 sorties prennent instantanément la valeur logique zéro, même s'il s'agit d'une impulsion très brève. Cette règle s'applique dans tous les cas, et quels que soient les états logiques présents sur les autres entrées.

RESET	CLOCK	DATA INPUT DISABLE G1	DATA INPUT DISABLE G2	DATA D	PROCHAIN ETAT SORTIE Q	
1	X	X	X	X	0	
0	0	X	X	X	Q	NC
0	⎍	1	X	X	Q	NC
0	⎍	X	1	X	Q	NC
0	⎍	0	0	1	1	
0	⎍	0	0	0	0	
0	1	X	X	X	Q	NC
0	⎎	X	X	X	Q	NC

X : Etat indifférent
NC : Ne change pas

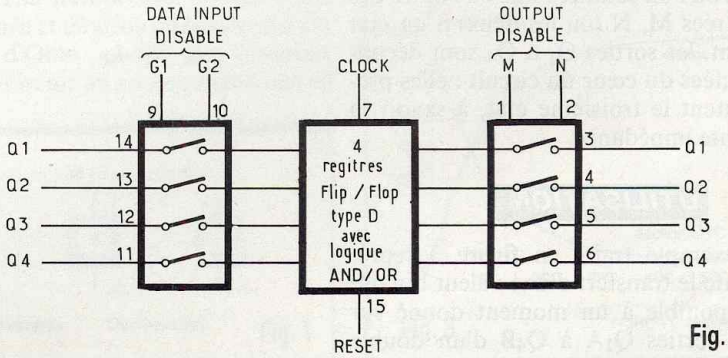


Fig. 2

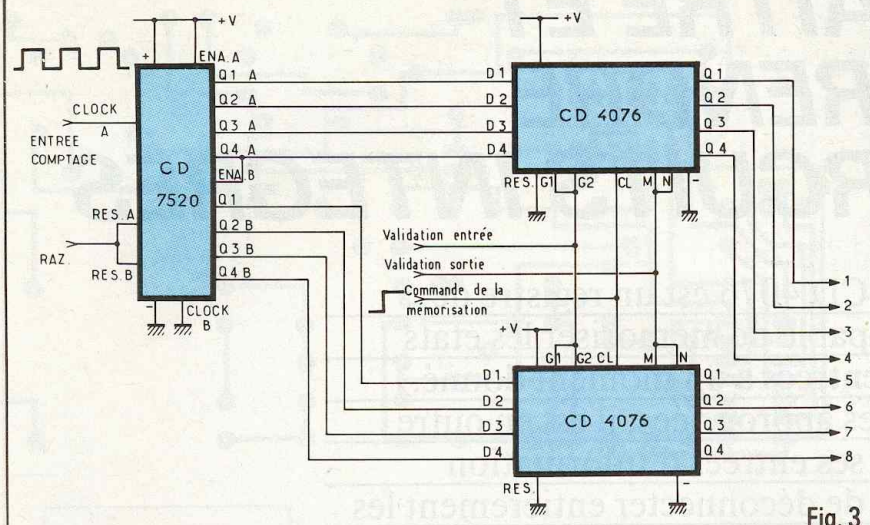


Fig. 3

Plaçons-nous maintenant dans le cas où l'entrée RESET est soumise à un état bas, ainsi que les entrées « OUTPUT DISABLE » M et N.

Si les entrées « DATA INPUT DISABLE » sont toutes les deux soumises à un état bus, les sorties Q_1 à Q_4 prennent le même état logique que les entrées DATA D_1 à D_4, mais seulement au moment du front positif du signal de commande acheminé sur l'entrée « CLOCK ». Par la suite, les sorties gardent ces valeurs binaires en mémoire, jusqu'à la prochaine montée du signal sur « CLOCK », même si, entre-temps, les niveaux des entrées varient.

Notons que ce transfert d'information se réalise uniquement pour un front positif sur CLOCK, ; un front négatif, un état bas ou haut permanents ne sont suivis par aucun effet quant à la mise à jour des niveaux logiques des sorties. La même inhibition se produit d'ailleurs, si l'une ou l'autre des entrées G_1, G_2 (ou à plus forte raison s'il s'agit des deux) est soumise à un état haut. Enfin, dans le cas où l'on soumet l'une ou l'autre des entrées M, N (ou les deux) à un état haut, les sorties Q_1 à Q_4 sont déconnectées du cœur du circuit : elles présentent le troisième état, à savoir la haute impédance.

UTILISATION

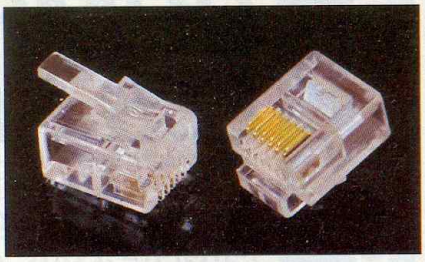
L'exemple traité en **figure 3** représente le transfert d'une valeur binaire disponible à un moment donné sur les sorties Q_1A à Q_4B d'un double compteur binaire de 4 bit chacun. Un tel compteur peut donc compter de 0 à 255, et occuper de ce fait l'une quelconque de ses 256 positions. Ce compteur a d'ailleurs déjà fait l'objet d'une description dans notre rubrique, dans la fiche technique n° 2.

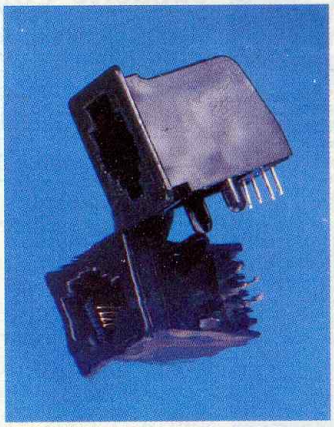
Chaque série de 4 sorties aboutit aux 4 entrées DATA de deux CD 4076. Les sorties Q de ces circuits représentent donc les 8 sorties binaires de l'information que l'on désire mémoriser à un moment donné. On dispose en outre d'une commande commune aux deux circuits intégrés, permettant de valider les entrées à volonté. Le même dispositif est en place pour le contrôle des sorties. Enfin, bien entendu, le front positif de la commande de mémorisation est acheminé simultanément sur les deux entrées CLOCK.

Un tel montage pourrait par exemple s'appliquer à la lecture périodique d'un compteur pour constituer un compte-tour, en suivant un cycle du type : RA_2 du compteur, comptage, lecture et mémorisation, maintien de la valeur enregistrée pour affichage et ainsi de suite.

■

FICHES TELEPHONES « USA »





Les technologies évoluent et le monde de la connectique également. Il peut désormais s'avérer intéressant d'équiper les montages de ces nouveaux connecteurs puisqu'ils sont disponibles à des prix attractifs grâce à l'initiative de Saint-Quentin Radio.

LES FICHES « MODULAR »

De dimensions réduites, en boîtier isolant polycarbonate transparent auto-extinguible, avec contacts en bronze phosphoreux et protection d'or sous couche nickel, elles permettent 400 manœuvres.

Sont maintenues en stock les références 6P4C (fiche 4/6 points) et 6P6C (fiche 6 points).

EMBASES STANDARDS

Il s'agit d'embases châssis pour circuits imprimés, avec protection de la zone de contact (dorure sur nickel), les sorties à souder sont étamées.

L'isolant se constitue d'un polyester auto-extinguible. Les références disponibles sont les modèles en 6 points/4 contacts et 6 points/6 contacts.

Indispensable également la pince à sertir « Modular USA ».

SQR, 6, rue de Saint-Quentin, 75010 Paris. Tél. : (1) 46.07.86.39.

« INITIATION » (2e partie)

Aujourd'hui, nous nous attacherons à définir les caractéristiques et propriétés d'un condensateur, que nous appliquerons pour procéder à sa mise en œuvre. Auparavant, quelques précisions...

SYMBOLES DES APPAREILS DE MESURE (fig. 1)

Il est inutile de rappeler le rôle des symboles, et leur emploi facilitera la compréhension des schémas de manipulation. En (a), le voltmètre dont on repérera la borne positive si nécessaire. En (b), l'ampèremètre. Comme ces deux appareils sont désormais numériques (cf. **fig. 2**), la polarité est facultative et indiquée par l'appareil. L'ohmmètre en (c) et le fréquencemètre en (d). On les symbolise simplement par un rond, muni de la lettre correspondant à l'unité de mesure. L'oscilloscope, en (e), diffère par l'emploi d'un signe en forme de dents de scie. Sans autre mention, ce symbole correspond à une entrée verticale Y. Si on utilise l'entrée X, l'auteur complétera le symbole comme en (f).

DEFAUTS DES APPAREILS DE MESURE (fig. 2)

Les appareils de mesure ne sont pas parfaits. Hormis la précision, la fidélité, il existe des « défauts » qui risquent de modifier le résultat des mesures.

Ainsi un voltmètre présente une résistance parasite R (schéma équivalent a). Elle est de l'ordre de 20 kΩ pour un appareil analogique sans amplification, supérieure à plusieurs MΩ pour un appareil analogique à amplification ou un appareil numérique. Il est donc vivement recommandé d'investir dans un multimètre numérique, plutôt qu'un simple contrôleur universel qui se révélera vite inutile.

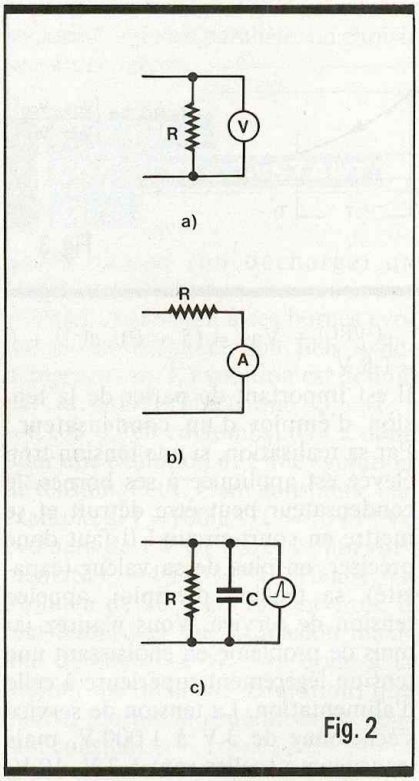


Fig. 2

Un ampèremètre (b) possède une résistance série parasite. Elle varie selon les calibres et le type d'appareil. De l'ordre de 10 MΩ pour le calibre le plus élevé, jusqu'à plusieurs dizaines de kΩ dans les calibres les plus faibles. On préférera, quand il est possible, mesurer la tension aux bornes d'une résistance et en déduire le courant par la loi d'Ohm, plutôt que d'insérer dans le circuit un ampèremètre qui en modifierait les caractéristiques. En se reportant à la **figure 9** du précédent numéro, pour mesurer Is, l'ampèremètre est nécessaire. Par contre, si on voulait mesurer le courant dans R_2, il suffirait de mesurer la tension à ses bornes et de diviser par la valeur de R_2. La précision dépend principalement de celle de la valeur de R_2, 5 % usuellement.

L'oscilloscope (c) présente une impédance (cf. **fig. 10**) parasite à ses bornes. Elle est constituée d'une résistance R (1 MΩ) en parallèle à un condensateur C (50 pF). Avec une sonde 1/10, R passe à 10 MΩ.

CHARGE ET DECHARGE D'UN CONDENSATEUR (fig. 3)

La tension aux bornes d'un condensateur évolue lentement, selon le courant qui le traverse. On considère le circuit (a). La résistance R limite le courant qui traverse C. Si, au départ (t = 0), C est déchargé, Vc = 0 V. Mais C se charge à travers R. La tension croit, vaut Vo à un instant donné t_o, jusqu'à la limite E (t infini). Cette charge est dite exponentielle, et $Vc = E . (1 - e^{(-t/RC)})$.

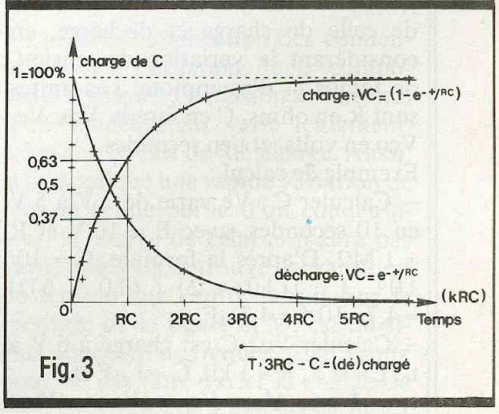


Fig. 3

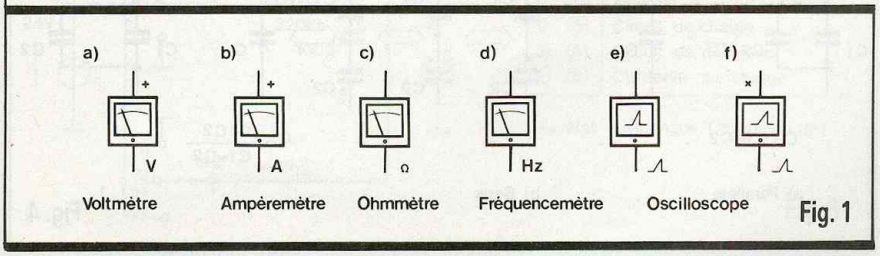


Fig. 1

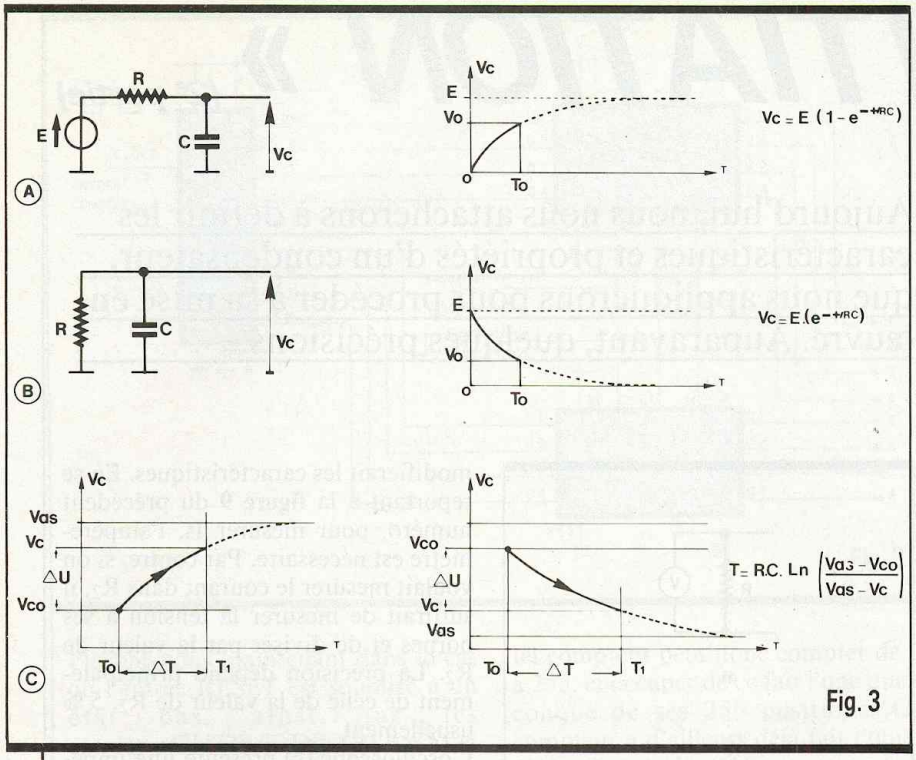


Fig. 3

Si on débranche E, le condensateur conserve sa charge. En réalité, de par sa technologie, un courant de fuite interne le décharge et est équivalent au circuit de décharge. Le fabricant s'assure de limiter ce courant de fuite à une valeur très faible ; on peut donc le considérer comme négligeable.

Si E = 0 V, la tension (et la charge) de C évolue (b) vers une valeur plus faible, c'est la décharge. L'allure reste exponentielle et $Vc = E \cdot e^{(-t/RC)}$.

Pour calculer un des paramètres R, C, t, ou E, il faut exploiter les formules, les exponentielles (népériens) et les logarithmes (népériens) ou plus simplement un abaque (d). En (c), on considère le cas général, avec une charge ou décharge, d'une valeur initiale quelconque (Vco) à l'instant t_0, jusqu'à une valeur finale Vc à t_1, avec pour limite Vas, valeur asymptotique en considérant t infini. Il suffit d'appliquer la formule commune déduite de celle de charge et décharge, en considérant la variation de tension, de temps et d'asymptote. Les unités sont R en ohms, C en farads, Vas, Vc, Vco en volts, et t en secondes.

Exemple de calcul :

– Calculer C : Vc varie de 2 V à 5 V en 10 secondes, avec E = 10 V et R = 1 MΩ. D'après la formule, $C = 10/10^6 \cdot 1\,n\,((10 - 2) / (10 - 5))) = 4{,}7 \cdot 10^{-6} = 4{,}7\ \mu F$.

– Calculer Vc : C est chargé à 5 V à t_0, E = 0 V, R = 1 kΩ, C = 1 μF et t_1 = 1 ms. Alors $Vc = (Vco - Vas) \cdot e^{(-t/RC)} + Vas = (5 - 0) \cdot e^{(-1)} + 0 = 1{,}8$ V.

Il est important de parler de la tension d'emploi d'un condensateur ! Par sa réalisation, si une tension trop élevée est appliquée à ses bornes, le condensateur peut être détruit et se mettre en court-circuit ! Il faut donc préciser, en plus de sa valeur (capacité), sa tension d'emploi, appelée tension de service. Vous n'aurez jamais de problème en choisissant une tension légèrement supérieure à celle d'alimentation. La tension de service s'échelonne de 3 V à 1 000 V, mais les valeurs usuelles sont 6,3 V, 10 V, 16 V, 25 V, 63 V pour les polarisés, et 63 V, 100 V, 200 V, 400 V, 1 000 V pour les non-polarisés.

TECHNOLOGIE

Avant de parler d'association, il est utile de préciser les technologies disponibles couramment et comment faire la sélection du type de condensateur approprié. On peut classer les condensateurs que vous serez amenés à employer sous quatre catégories : les céramiques, les plastiques, les électrochimiques et les tantales. Les céramiques s'emploient pour des fréquences élevées, et leur gamme de capacité est faible (0,1 pF à 1 nF couramment, jusqu'à 0,1 μF dans des cas particuliers). Les plastiques sont les plus employés sous diverses appellations (polyester, mylar...). Les valeurs s'échelonnent de 1 nF à 4,7 μF. Au-delà de 1 μF, ils deviennent imposants par leur taille, surtout pour des tensions d'emploi élevées. Ces deux types sont non polarisés. Les électrochimiques prennent le relais pour de plus fortes valeurs (1 μF à 1 F), mais sont polarisés et plus volumineux. Attention alors au sens de câblage, sous peine de destruction par explosion ! Les électrochimiques ont aussi le défaut d'avoir un courant de fuite élevé. Leur charge diminuera donc sensiblement malgré un circuit ouvert. Il reste les tantales, polarisés, de 0,1 μF à 220 μF, mais de faible tension d'emploi. Ils se caractérisent par une très petite taille. Attention également à la polarité et à ne pas dépasser la tension de service, sous peine de la voir se mettre en court-circuit (détruit !).

ASSOCIATION SERIE ET PARALLELE (fig. 4)

Deux condensateurs en parallèle permettent d'augmenter la capacité, soit la somme de celle des condensateurs C_1 et C_2. Une association série est plus rare et n'a qu'un avantage, celui de créer un condensateur non polarisé en associant deux condensateurs polarisés, tête-bêche. La valeur résultante vaut $C = C_1 \cdot C_2/(C_1 + C_2)$, donc une capacité plus faible.

Vous remarquerez parfois l'association (c) qui peut sembler aberrante *a priori*. C_1, électrochimique, de forte valeur, en parallèle à C_2, céramique

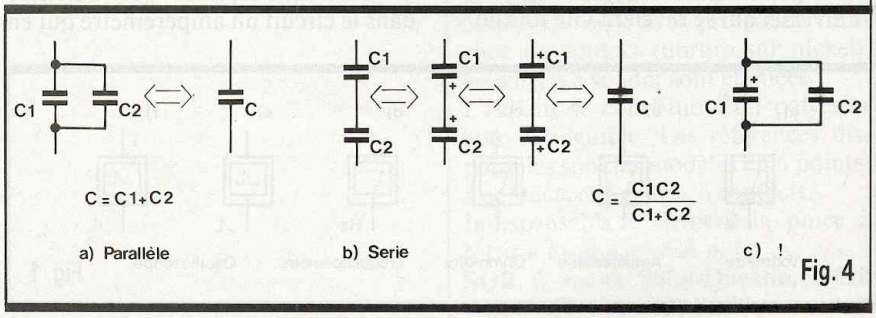


Fig. 4

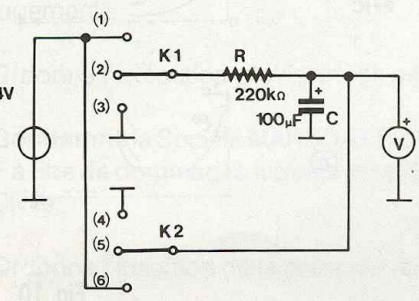
de très faible valeur ! La valeur de la capacité équivalente égale celle de C_1. La raison est autre : un condensateur électrochimique présente une inductance série parasite qui rend l'action de C inutile pour des hautes fréquences (cf. **fig. 10**). C'est là qu'intervient C_2, qui est exempt de ce défaut (tout comme les tantales « liquides »), mais dont la capacité reste faible.

MANIPULATION CHARGE/DECHARGE (fig. 5)

Cette mise en œuvre va vous permettre de vérifier les phénomènes définis précédemment. Elle nécessite un chronomètre et de préférence un condensateur au tantale pour C. K1 en (2) et K2 en (4), on s'assure de la décharge de C (Vc = 0 V) pour la mesure. On place K2 en (5) et on démarre le chronomètre au moment du basculement de K1 en (1). La tension lue sur le voltmètre croît, C se charge. Relever V à un instant quelconque lu sur le chronomètre, par exemple t = 22 s (t = RC), V sera proche de 15 V. On le vérifie en se servant de l'abaque ou des formules de charge. Pour chaque mesure, il faut redécharger C avec K2 en (4). On peut aussi mesurer t pour une tension V donnée. Par exemple pour V = 10 V, t sera proche de 12 secondes. Avec V = 20 V, t = 40 s environ.

Si on bascule K1 en (2) alors que le condensateur se charge, on remarque bien qu'il conserve sa charge, le voltmètre continuant d'indiquer la tension aux bornes de C au moment de la commutation. Cette tension diminuera sensiblement si le courant de fuite de C est élevé, ou si la résistance interne du voltmètre est faible.

Si on parle K1 en (3) et K2 en (6), on initialise Vc à 24 V. En basculant K2 en (5), on se place dans le cas de la décharge, comme en **figure 3b.** Mais il est également possible de décharger C pour une charge quelconque en passant du mode charge au mode décharge. Expérimentez les diverses combinaisons offertes par K1 et K2. Vous pourrez remplacer C par une association série ou parallèle, ou choisir une autre valeur.



K1	K2	
X	(4)	Initialise Vc = 0 V (déchargé)
X	(6)	Initialise Vc = 24 V (chargé)
(1)	(5)	Circuit de charge
(3)	(5)	Circuit de décharge
(2)	(5)	Conserve sa charge

X = état quelconque [(1), (2) ou (3)]

Fig. 5

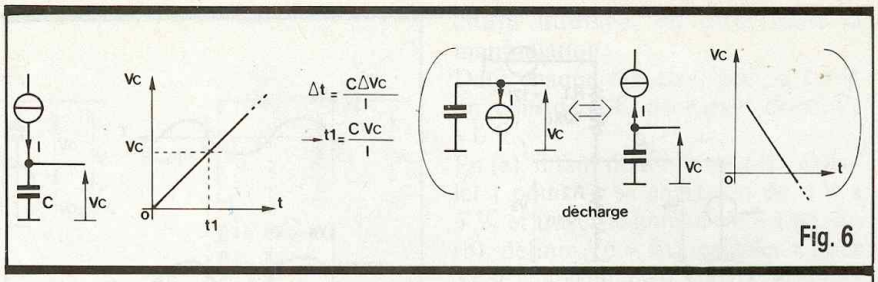


Fig. 6

CHARGE A COURANT CONSTANT (fig. 6)

Si on charge (ou décharge) un condensateur par un courant constant, la tension à ses bornes évolue linéairement, et non plus exponentiellement. L'évolution est définie par la charge électrique Q = I . t = C . U (Q en coulombs). On a donc pour une évolution de t une évolution de tension, I et C étant constants. Par exemple, si I = 100 µA, C = 10 µF, Vc évoluera de 1 V en 1 s, et ce linéairement. Si C = 4 700 µF, I = 10 mA, Vc évoluera de 20 V en 10 s environ. Il faut remarquer que la tension maximal qu'atteindra Vc sera égale à la tension maximal (de saturation) que pourra fournir le générateur de courant constant.

MANIPULATION CHARGE LINEAIRE (fig. 7)

Voici la manipulation correspondant à l'analyse théorique. Le générateur de courant constant est réalisé par un LM 317 et R_1. La tension aux bornes de R_1 est définie par le LM 317 à 1,2 V (régulateur), le courant qui traverse R_1 vaut donc 1,2 V/120 Ω = 10 mA et est égal à I en négligeant le courant de polarisation de l'entrée Adj. La tension de sortie de ce générateur sera au maximum de 21 V environ. K1 permet de décharger C, R_2 limitant le courant de court-circuit car la capacité de C est élevée. A cause de R_2, la tension lue sur le voltmètre sera au minimum de 0,1 V (R_2 . I). La figure rappelle le brochage du LM 317.

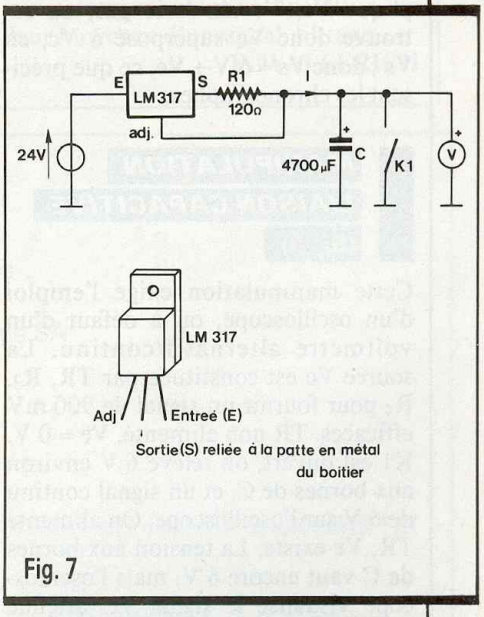


Fig. 7

LIAISON CAPACITIVE (fig. 8)

La première application des condensateurs est l'isolation de la composante continue. La tension aux bornes d'un condensateur varie lentement, selon son circuit de (dé)charge. Aussi, si on applique une rapide variation de tension à une borne d'un condensateur, la charge de celui-ci n'aura pas varié, mais on retrouve la variation de tension sur l'autre borne. Sur le montage de la **figure 8,** Ve est un signal alternatif de fréquence suffisante pour ne pas faire varier la charge de C. Il est connecté à une borne de C.

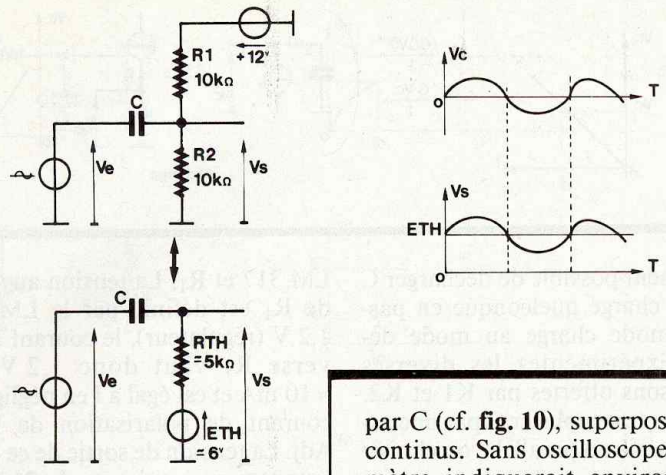


Fig. 8

L'autre borne est connectée à un pont diviseur, équivalant à une tension de 6 V (E_{TH}) en série avec R_{TH}. Si Ve = 0 V, Vs = 6 V continus, et la charge de C est telle que Vc = 6 V. Si on applique Ve, Vc ne varie pas, on retrouve donc Ve superposé à Vc, en Vs ; donc Vs = 6 V + Ve, ce que précisent les chronographes.

MANIPULATION LIAISON CAPACITIVE (fig. 9)

Cette manipulation exige l'emploi d'un oscilloscope, ou à défaut d'un voltmètre alternatif/continu. La source Ve est constituée par TR, R_3, R_4 pour fournir un signal de 900 mV efficaces. TR non alimenté, Ve = 0 V. K1 est ouvert, on relève 6 V environ aux bornes de C, et un signal continu de 6 V sur l'oscilloscope. On alimente TR, Ve existe. La tension aux bornes de C vaut encore 6 V, mais l'oscilloscope visualise le signal Ve, atténué par C (cf. **fig. 10**), superposé aux 6 V continus. Sans oscilloscope, un voltmètre indiquerait environ 6 V en continu et 120 mV en alternatif. Si on ferme K1, Vc = 0 V, le signal de sortie Vs recopie Ve. On modifie donc la polarisation créée par R_1 et R_2.

Si on remplace C par un condensateur polarisé, il faut déterminer o', placer le pôle positif. Il faut donc déterminer la tension continue aux bornes de C, soit $Vc = V_B - V_A$. Si Vc positif, $V_B > V_A$, le pôle positif est au point B. Si Vc négatif, il est au point A. Plus simplement, le pole positif se trouve toujours au point dont le potentiel est le plus élevé. Si on remplace C (0,1 µF) par un électrochimique de 10 µF, on observe les mêmes phénomènes en continu, alors qu'en alternatif l'amplitude atteint maintenant 820 mV environ. Pour en comprendre la raison, il suffit de se reporter au paragraphe suivant.

IMPEDANCE (fig. 10)

En continu et en régime établi, un condensateur équivaut à un circuit ouvert. En régime impulsionnel, un condensateur est équivalent à un court-circuit. Pour de faibles variations, et donc en « alternatif », un condensateur est caractérisé par son impédance. On parle d'impédance et non de résistance car le terme est complexe ($Zc = 1/[j \cdot C \cdot 2 \cdot \pi \cdot f]$). On la désigne par son module, soit $Zc = 1/(2 \cdot \pi \cdot f \cdot C)$. Cette impédance varie donc inversement à la fréquence, comme en témoigne le graphe Zc = f(f). On se reporte à la **figure 10a.** Ainsi pour C = 0,1 µF et f = 50 Hz, Zc = 32 kΩ environ ; pour C = 10 µF et f = 50 Hz, Zc = 320 Ω. Voici pourquoi, dans le montage précédent, l'amplitude alternative augmente en portant C de 0,1 µF à 10 µF. On peut le démontrer par Thevenin : le générateur équivalent à {TR, R_3, R_4} vaut $e = 9.100/(100 + 910) = 890$ mV (eff.), de résistance interne r = 90 Ω. En alternatif, la charge vaut $R = R_1//R_2$ soit 5 kn. On retrouve donc, aux bornes de R_2, une tension alternative $v = e \cdot R/(R + Zc + r)$ soit environ 120 mV pour C = 0,1 µF et 822 mV avec C = 10 µF (Zc négligeable devant R). Ainsi, pour effectuer une liaison capacitive, le condensateur C aura une forte capacité si la fréquence est faible, et inversement pour des fréquences élevées.

Si on emploie des électrochimiques, il faut considérer un autre défaut qu'il conviendra de garder en mémoire. Comme ils sont réalisés en enroulant deux bandes métalliques isolées pour augmenter la surface et donc la capacité, ils sont équivalents à un condensateur parfait en série avec une self (en négligeant le courant de fuite). L'impédance d'un électrochimique augmentera donc vers les hautes fréquences, au lieu de diminuer, comme le témoigne sa courbe d'impédance en **figure 10b.** Voilà qui justifie encore la **figure 4c** !

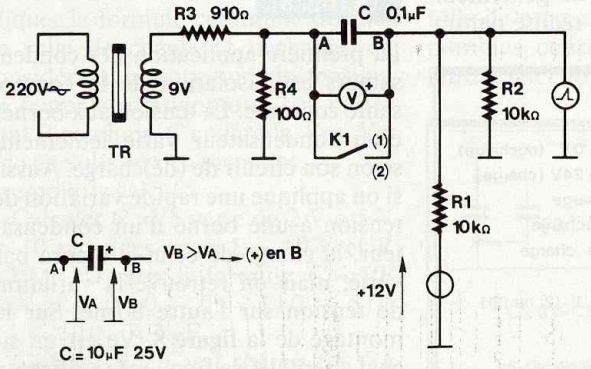


Fig. 9

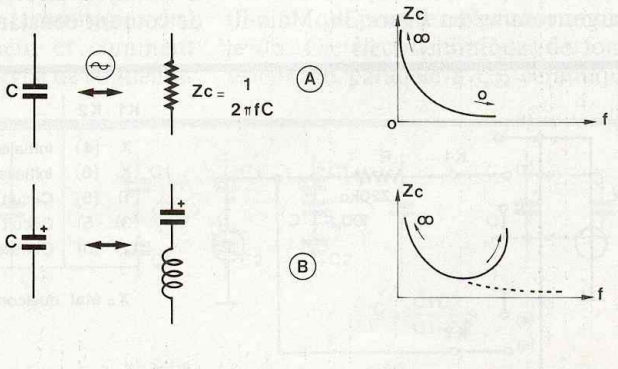


Fig. 10

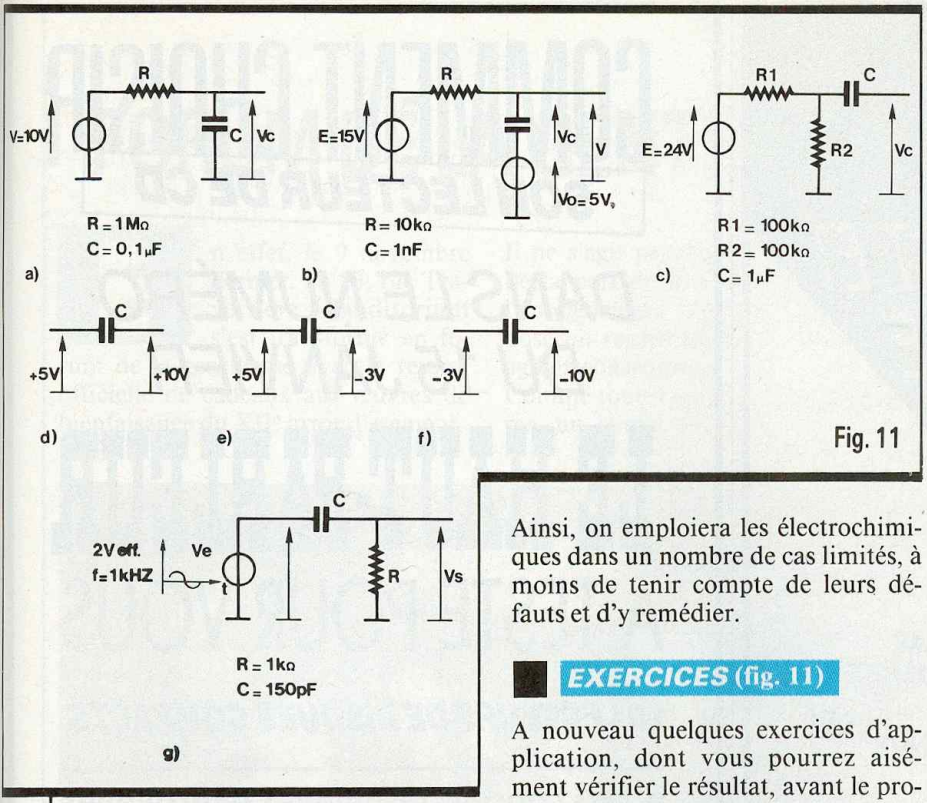


Fig. 11

Ainsi, on emploiera les électrochimiques dans un nombre de cas limités, à moins de tenir compte de leurs défauts et d'y remédier.

EXERCICES (fig. 11)

A nouveau quelques exercices d'application, dont vous pourrez aisément vérifier le résultat, avant le prochain numéro, en effectuant la manipulation.

Dans chaque cas, au départ, à t = 0, on considère C déchargé, donc Vc = 0 V.

En (a), il faut définir Vc = f (t), calculer t pour Vc se chargeant de 0 V à 5 V, et tracer le graphe Vc = f (t). En (b), définir Vc = f(t), calculer t pour Vc se chargeant de 0 V à 5 V, et tracer le graphe Vc = f(t) et V = f(t). En (c), définir Vc = f(t) et calculer Vc pour t = 60 ms. En (d), (e) et (f), il suffira de repérer le pôle positif du condensateur C. En (g), le circuit RC est alimenté par un générateur de signal sinusoïdal, d'amplitude 2 V efficaces et de fréquence 1 kHz. Définir Vs = f(Ve) et calculer l'amplitude alternative efficace en sortie. Calculer une nouvelle valeur de C pour obtenir Vs = Ve/2, sans modifier R.

Le mois prochain, nous passerons aux applications des condensateurs : montage intégrateur, montage différenciateur, montage récupération valeur moyenne d'un signal, filtrage...

P. WALLERICH

PUBLICATION JUDICIAIRE

Jugement rendu le 12 Avril 1988
par le Tribunal de Grande Instance à Paris
3ème Chambre - 1ère Section -
entre la Société ITT Composants et Instruments SA
et la Société MANUDAX FRANCE SA

Le Tribunal,

Dit valable la marque **"METRIX" enregistrée à l'I.N.P.I.** sous le n° 1.344.752 **dont est titulaire la Société ITT Composants et Instruments,**

Dit que la dénomination "METEX" constitue l'imitation illicite de la marque "METRIX" et qu'en utilisant la dénomination "METEX", la Société MANUDAX FRANCE a commis des actes d'imitation illicite de la marque "METRIX",

Interdit à la Société MANUDAX FRANCE d'utiliser sous quelque forme que ce soit la dénomination "METEX", sous astreinte définitive de 500 F par infraction constatée passé un délai d'un mois de la signification du présent jugement,

Ordonne l'exécution provisoire de ce chef,

Condamne la Société MANUDAX FRANCE à payer à la Société ITT Composants et Instruments la somme de 30.000 F à titre de dommages-intérêts et celle de 4.000 F sur le fondement de l'article 700 du Nouveau Code de Procédure Civile,

Ordonne l'insertion de la présente décision dans trois publications aux frais de la Société MANUDAX FRANCE,

Condamne la Société MANUDAX FRANCE aux entiers dépens.

FICHE TECHNIQUE N° 32 : CD 4047 *(suite)*

Il manquait la page concernant la figure 3.

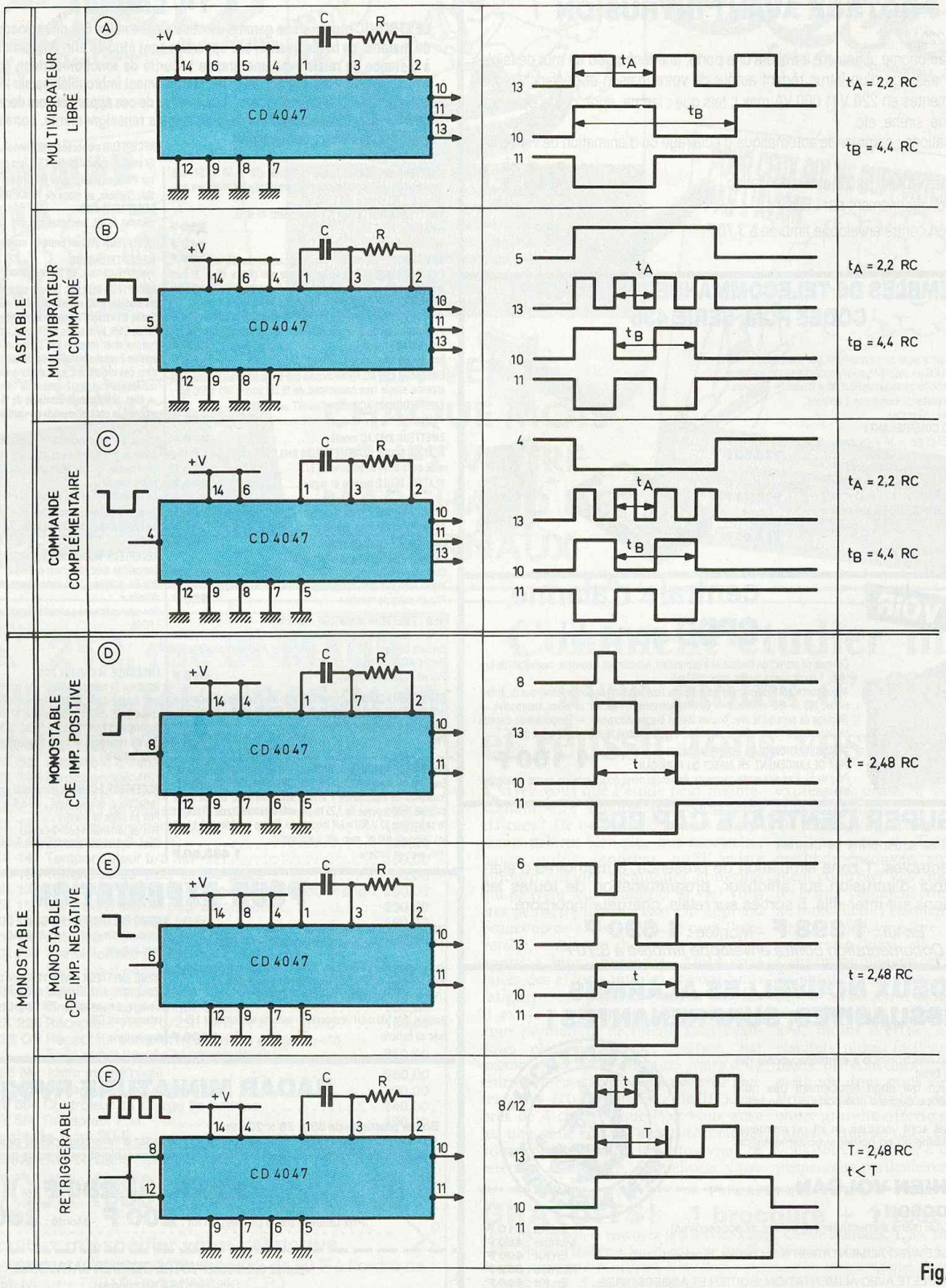
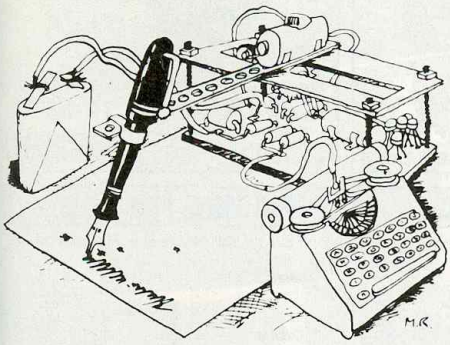


Fig. 3

La page du courrier



Le service du Courrier des Lecteurs d'Electronique Pratique est ouvert à tous et est entièrement gratuit. Les questions d'« intérêt commun » feront l'objet d'une réponse par l'intermédiaire de la revue. Il sera répondu aux autres questions par des réponses directes et personnelles dans les limites du temps qui nous est imparti.

COLLABORATION DES LECTEURS

Tous les lecteurs ont la possibilité de collaborer à « Electronique Pratique ». Il suffit pour cela de nous faire parvenir la description technique et surtout pratique d'un montage personnel ou bien de nous communiquer les résultats de l'amélioration que vous avez apportée à un montage déjà publié par nos soins (fournir schéma de principe et réalisation pratique dessinés au crayon à main levée). Les articles publiés seront rétribués au tarif en vigueur de la revue.

PETITES ANNONCES

35 F la ligne de 33 lettres, signes ou espaces, taxes comprises.
Supplément de 30 F pour domiciliation à la Revue.

Toutes les annonces doivent parvenir avant le 5 de chaque mois
à la Sté AUXILIAIRE DE PUBLICITE (Sce EL Pratique), 70, rue Compans, 75019 Paris
C.C.P. Paris 3793-60. Prière de joindre le montant en chèque C.P. ou mandat poste.

MISES AU POINT

OPERATION « CIF »
RESISTANCES CHAUFFANTES

Dans notre numéro 120 de novembre 1988, nous invitions les lecteurs à nous écrire afin de profiter des 5 000 échantillons de résistances chauffantes destinées à la mise en température des bains de perchlorure ou de photos.

En dépit de tous les phénomènes de grève, cette opération s'est soldée par un franc succès puisque nous devons remercier la société CIF, en la personne de Bernard Andriot, qui a bien voulu porter à 7 000 le nombre des demandes.

TEMPORISATEUR A PREAVIS

N° 121, Nouvelle série, p. 68

Dans la liste des composants, les références des transistors ont été inversées. Il fallait lire T_1 = 2N2907 (PNP) et T_2 = 2N2222 (NPN).

WATTHEUREMETRE

N° 118, Nouvelle série, p. 61

Le transistor Q_6 ne figurait pas dans la liste. On pourra utiliser un 2N2905. Quant à Q_7 à Q_{10}, il s'agit de 2N2222 ou BC 107.

Composition
Photocomposition :
ALGAPRINT, 75020 PARIS
Distribution :
S.A.E.M. TRANSPORTS PRESSE
Le Directeur de la publication :
M. SCHOCK

Dépôt légal :
JANVIER 1989
N° 1103

Copyright © 1989
Société des PUBLICATIONS
RADIOELECTRIQUES et SCIENTIFIQUES

La reproduction et l'utilisation même partielles de tout article (communications techniques ou documentation) extrait de la revue « Electronique Pratique » sont rigoureusement interdites ainsi que tout procédé de reproduction mécanique, graphique, chimique, optique, photographique, cinématographique ou électronique, photostat tirage, photographie, microfilm, etc.
Toute demande à autorisation pour reproduction, quel que soit le procédé, doit être adressée à la Société des Publications Radio Electriques et Scientifiques.

Le Service Departemental d'Incendie et de Secours du GARD recrute un **technicien des transmissions** pour s'integrer dans le Conservatoire Departemental.
- Niveau : contrôleur des services des transmissions du ministère de l'Intérieur
- Missions : montage et depannage d'emetteurs-recepteurs synthetises travaux sur sites (pylone et aérien) et laboratoire
- Connaissances exigées : électronique et radioélectricité
- Profil idéal : niveau BAC F2 ou F3, âge 26 ans
- Sélection : sur concours, ***C.V. à adresser :***

Service Départemental d'Incendie et de Secours
Services Opérationnels
982, avenue Joliot-Curie, 30000 NIMES

Magasin RADIO-TELEVISION VIDEO
recherche **Techniciens** pour janvier 89
salaire **10 000 F** ou plus selon compétences
28, avenue de Tassigny
94410 SAINT-MAURICE

IMPRELEC
B.P. 5 - 74550 PERRIGNIER
Tél. : **50.72.46.26**
Realisez vos C.I. (étamés, perces) sur V.E. : 30 F/dm² en S.F. 40 F/dm² en D.F. Bakelit XXP : 20 F/dm² en S.F. 30 F/dm² en D.F., métallisation par œillets. Délais rapides. Qualité professionnelle. Chèque à la commande + 12 F de frais de port.

- CAMEROUN -
NASA ELECTRONIQUE
B.P. 4454 DOUALA
Technicien T.V. VIDEO qualifié
Voiture et logement fournis
120 000 FF l'an avec poss. d'évoluer
Envoyer C.V. à **M. QUATCOUX Alain**
57, rue Ch.-Frérot, 94250 GENTILLY

COMPOKIT EPE
recherche vendeur-magasinier
Tel. : M. LANDAIS
47.36.86.39

Répertoire des annonceurs

ABONNEMENT 34
ACER ..... IIe et IIIe couv. + 3, 134
AG ELECTRONIQUE 18
ARQUIÉ 30
CENTRAD (ELC) 32
CENTRE ETUDES 5-7-126
CIBOTRONIC 35-75-98
CIF 19
COMELEC 13
COMPOKIT (EPE) 7
COMPTOIR DU LANGUEDOC 36-37
CRELEC 38
CYCLADES (LES) 82
DEPOT ELECTRONIQUE (LE) 92
EDITIONS GODEFROY 131
EDUCATEL (UNIECO) ... Encart broché centre
ELC (CENTRAD) 32
ELECTRO KIT (LDTM) 29
ELECTROME 129
ELS 28
EPE (COMPOKIT) 7
EUROPE ELECTRONIQUE
EQUIPEMENT 24
EUROTECHNIQUE 27
FRANCLAIR ELECTRONIQUE 17
HAUT-PARLEUR (LE) 124
HOHL ET DANNER 18-124
IPIG 12
ISKRA 124-8
KARL LEISTER 92
KN ELECTRONIQUE 132
LDTM (ELECTRO KIT) 29
LEXTRONIC 127
MABEL 26
MANUDAX 63
MATEK 126
MATILEC 38
MESURELEC 23-25
METRIX 123
MICRO SOLD 24
PENTASONIC 49-50-51
PERLOR RADIO 4
PROMO TRONIC 8
RADIO KIT 126
RAM 14-15
REUILLY COMPOSANTS ..... IIe et IIIe couv. + 3-134
ROCHE 22
SAINT QUENTIN RADIO 20-21
SELECTRONIC 27-28-38-93
SLOWING 130
SOLISELEC 9-10-11
SONO 126
SOCIETE NOUVELLE RADIO PRIM (SNRP) 16
SUPER BOY 27
TCICOM 7
TECNI TRONIC 6
TELE ST MARC (TSM) 33-39-40-41
TERAL ..... IVe de couv.
TOLERIE PLASTIQUE (LA) 31
TOUTE L'ELECTRONIQUE 6
TOUT POUR LA RADIO (TPR) 6
UNIECO (EDUCATEL) ..... Encart broché centre
YAKECEM 5
1000 ET UNE PILES 28

Direction de la Publication : M. SCHOCK. – Imprimeur : LA HAYE-MUREAUX. – Commission paritaire 60165.